LE BOTANISTE

LE BOTANISTE

DIRECTEUR : M. P.-A. DANGEARD

DOCTEUR ÈS SCIENCES, LAURÉAT DE L'INSTITUT

MAITRE DE CONFÉRENCES DE BOTANIQUE A LA FACULTÉ DE POITIERS

DEUXIÈME SÉRIE

1890-1891

PRIX DE L'ABONNEMENT A LA SÉRIE DE SIX FASCICULES

16 francs pour la France. — **18** francs pour l'Etranger

A LA DIRECTION, 34, RUE DE LA CHAINE

POITIERS

ET CHEZ TOUS LES LIBRAIRES

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DES

ORGANISMES INFÉRIEURS

Par M. P.-A. DANGEARD

Ce mémoire comprend :

I. Etude de l'*Ophrydium versatile :* les Zoochlorelles ;
II. Observations sur les Acinétiens ;
III. Notes sur les Flagellés ;
IV. Histologie des Vampyrelles ;
V. Réponse à M. Kunstler. Les *Cryptomonas :* leur organisation, leurs affinités.

On ne sera pas surpris de rencontrer dans ce travail de véritables Protozoaires : nous avons dit ailleurs que leur étude est une excellente introduction à l'étude des algues et des champignons : nous ne manquerons jamais l'occasion de compléter nos connaissances sur ces êtres ; d'ailleurs, les faits intéressant directement la Botanique ne manquent pas.

I

Etude de l'Ophrydium versatile Bory

(Pl. I, fig. 1-10 et Pl. II, fig. 7-8)

Lorsqu'on rencontre pour la première fois cet infusoire, il semble que l'on ait affaire à une algue ; sa couleur verte, la forme de ses colonies, leur nature gélatineuse rappellent à s'y

tromper le *Chætophora pisiformis* qui a souvent le même habitat (Pl. I, fig. 1).

Il a attiré depuis longtemps l'attention des observateurs (1) et longue est la liste des synonymes rappelant tantôt une organisation animale, tantôt des affinités végétales.

Ce n'est qu'assez récemment que l'organisation de ces colonies a pu être élucidée ; c'est à Wrzesniowski qu'en revient le mérite (2).

Il a vu que la masse gélatineuse, traitée par l'acide osmique et l'hématoxyline, se divisait en segments ; dans chacun de ces segments se trouve un individu; ces individus possèdent à leur partie inférieure un pédicelle analogue à celui des *Vorticelles* et comparable directement à celui des *Epistylis;* ces pédicelles sont, en effet, reliés entre eux suivant le mode dicthotomique: nous avons pu facilement vérifier ces faits (Pl. I, fig. 3) (3).

Le plus souvent, ces pédicelles restent droits dans toute leur longueur ; parfois ils sont fortement contournés, leur structure est fibrillaire généralement ; les stries s'entrecroisent et peuvent donner au pédicelle un aspect noduleux (Pl. I, fig. 5).

La gélatine de la masse générale n'est pas homogène; elle présente une striation suivant les rayons des colonies : on doit l'attribuer à une différence de densité dans les couches : si l'on fait agir un acide, ces couches sont inégalement attaquées, ce qui fait paraître la striation beaucoup plus prononcée et en même temps plus grossière.

(1). Bory. Histoire naturelle des Zoophytes. Paris, 1824.
Eichwald. Beitrage zur Infusorienkunde Russlands (Bull. Soc. imp. des nat. de Moscou, 1849).
Brightwell. Sketch of a Fauna, of East Norfolk. Norwich, 1848.
Frantzius. Analecta ad Ophrydii versatilis hist. naturalem. Warschau, 1849.
Perty. Zur kenntniss kleinster Lebensformen. Bern, 1852.
Stein. Infusionsthiere, 1854 et 1867.
Claparède et Lachmann. Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes.

(2) Wrzesniowski. Beitr. Zur Naturg. der Infusorien. (Zeistch. f. wiss. Zool., 1877). Beaucoup de figures de ce mémoire sont reproduites dans Saville-Kent. Manual of Infusoria.

(3) Perty avait déjà signalé la présence de ce pédicelle (*loc. cit.* p. 140); son observation avait été nég'igée par les observateurs qui ont suivi ; à citer encore Frésénius qui a vu ce pédicelle.

Les propriétés chimiques de cette gélatine ont été étudiées par Haliburton (1) : il y aurait 0,28 °/₀ de substances solides avec 8,07 °/₀ de cendres ; elle est insoluble dans la soude, soluble dans l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique concentrés ; l'iode et l'acide sulfurique ne produisent aucun bleuissement mais une couleur brune ; de petits cristaux de carbonate de chaux ont été signalés en grande quantité par Harker (2).

Cette gélatine sert de retraite à des organismes divers : Harker y a vu un grand nombre de filaments très actifs : tandis qu'une solution faible de potasse dissolvait à chaud la gélatine, ces filaments n'étaient pas attaqués ; l'auteur les a pris, avec raison sans doute, pour des Oscillariées ; on a rencontré également dans cette gélatine, des Bacillariacées, un Cilié (*Enchelys*), un Rotifère (*Notommata*) ; nous y avons vu des *Cosmarium*, des Nostochinées, des Pleurococcacées, un flagellé remarquable, *Soretia amyli* Dangeard (*Monas amyli* Cienkowski). Tandis que les premiers cherchaient seulement une retraite dans la gélatine, le *Soretia* s'y comportait en véritable parasite ; c'est d'ailleurs sur les colonies enkystées qu'il exerçait ses ravages.

Dans cette gélatine et vers la surface, se trouvent un grand nombre de chambres communiquant avec l'extérieur par un orifice : leur paroi est nettement délimitée ; ces chambres renferment chacune un individu. A l'état vivant, tous les individus de la colonie proéminent au-dessus de la surface par l'ouverture antérieure ; lorsqu'ils sont morts, on les trouve contractés dans leur loge (Pl. I, fig. 3).

Leur structure et leur organisation rappellent étroitement ce qui existe chez les *Epistylis*.

Le vestibule est en forme de fente longitudinale ; la vacuole contractile vient y déboucher par l'intermédiaire d'un long canal ; c'est dans ce vestibule que pénètrent d'abord les aliments ; c'est

(1) Haliburton. Note on the chemical composition of the zoocytium of *Ophrydrium versatile* (Quat. journ. of micros. sc. t. 25, 1885).

(2) Harker. On the zoocytium or gelatinous matrix of *Ophrydium versatile*. (Rep. britisch assoc. adv. sc., 1885).

également par lui qu'ils sont rejetés au dehors après que la digestion a été effectuée à l'intérieur du corps.

Wrzesniowski a observé cette digestion d'aliments solides et leur expulsion ; nous ne pouvons que confirmer le fait : les résidus s'amassent à la partie antérieure du corps et brusquement, ils sont rejetés suivant des zones successives correspondant à une série de contractions (Pl. I, fig. 7-8).

Le macronucleus a la forme d'un long ruban dirigé suivant l'axe du corps ; il est parfois ramifié ; sa structure semble homogène ; nous devons noter toutefois que sur des exemplaires colorés à l'hématoxyline, nous avons vu plusieurs fois la coloration se localiser suivant des segments plus ou moins longs.

La membrane du corps est mince, hyaline ; elle présente une série d'annulations lorsque l'infusoire se contracte.

Le protoplasma renferme un nombre plus ou moins grand de petites cellules vertes, les Zoochorelles ; elles sont placées à la périphérie du corps non loin de la membrane dont elles sont séparées par une faible couche de protoplasma granuleux.

Lorsque l'Infusoire veut quitter la colonie, il développe une couronne de cils à sa partie postérieure comme les Vorticelles ; il se détache de son pédicelle ; après avoir nagé plus ou moins longtemps, il se fixe, développe un nouveau pédicelle, sécrète abondamment de la gélatine ; assez souvent, la nouvelle colonie provient d'individus qui se sont fixés dans un même endroit et se divisent ultérieurement ; les grosses colonies présentent une cavité centrale.

Nous représentons (Pl. I, fig. 9) un stade de la division ; les deux macronucleus sont sur le point de se détacher, ils forment ensemble à ce moment une sorte d'X.

Arrivons maintenant à l'étude des kystes ; nous les avons rencontrés au marais des Terriers, près Argences, en mai 1889 : ils formaient de larges masses glaireuses de couleur jaune sale dans un fossé rempli d'algues diverses et à demi desséché ; examinées au microscope, ces masses glaireuses, sans forme déterminée (Pl. I, fig. 10, *a*), présentaient un grand nombre de cel-

lules sphériques, à contenu vert. Il semble bien probable que ces productions ont dû être récoltées plusieurs fois par les naturalistes ; peut-être même les a-t-on confondues avec quelque Palmellacée géante ; à un premier examen, on croirait en effet avoir affaire à une algue.

Nous connaissions heureusement l'*Ophrydium versatile* pour l'avoir récolté bien souvent : il existait une grande concordance dans les propriétés de la substance gélatineuse ; la grosseur des cellules correspondait assez bien avec celle des individus ordinaires ; enfin, les propriétés isolantes de la membrane indiquaient non une cellule ordinaire, mais un kyste ; à la vérité, le contenu de ce kyste paraissait uniformément coloré en vert ; mais une préparation au baume de Canada laissa voir nettement les petites cellules vertes ou Zoochlorelles, pressées les unes contre les autres ; il ne restait plus, pour arriver à l'évidence, qu'à étudier les colonies ordinaires pour essayer de suivre le début de l'enkystement.

En récoltant une très grande quantité de colonies ordinaires, nous avons vu des individus s'arrondir : la membrane devenait plus forte, à surface unie : la gélatine s'amassait parfois en couches plus denses d'un côté ; la membrane du kyste montrait alors une structure particulière. Nous allons voir plus loin que la forme du macronucleus se modifie également.

Sur les exemplaires recueillis au marais des Terriers, tous les individus étaient enkystés et il y avait entre les divers kystes une remarquable différence de grosseur : tandis que les plus gros avaient un diamètre de 50 μ, la taille des plus petits descendait à 10 μ (Pl. I, fig. 10, *b*) ; de plus, la masse gélatineuse donnait asile à un nombre considérable d'organismes divers : Oscillariées, Diatomées, Cosmariées, Pleurococcacées, sans compter de nombreux Infusoires : dans les cultures que nous avions faites, il se développa, nous l'avons dit, en grande quantité dans cette masse un flagellé bien remarquable le *Soretia amyli* Dang.

Les kystes ont leur surface traversée par des crêtes qui la divisent en compartiments irréguliers (Pl. I, fig. 10, *b*) ; si l'on

traite par SO^3 après action de l'iode, on voit que la coloration est beaucoup plus foncée suivant ces crêtes ; l'acide chromique concentré permet de voir que la membrane du kyste qui paraît simple est en réalité double : il y a une membrane interne, très solide, à propriétés isolantes considérables ; elle résiste à l'action des acides faibles ou concentrés : c'est elle qui donne naissance aux côtes qui divisent la surface du kyste ; la fig. 10, *d*, Pl. I, permet de comprendre facilement cette structure : la membrane externe se trouve au niveau des côtes et semble s'étendre jusqu'à la membrane interne.

On peut encore se rendre compte de la structure du kyste, mais moins nettement, dans les préparations au baume de Canada ; on voit que les sillons de la surface ne sont que des reliefs de la membrane interne : la délimitation entre les deux membranes reste peu accusée (Pl. I, fig. 10, *c*).

Cette disposition des parois du kyste explique pourquoi l'alcool n'arrive à dissoudre la chlorophylle des Zoochlorelles qu'au bout d'assez longtemps ; placés ensuite dans des réactifs colorants (hématoxyline, carmin boraté, picro-carmin, etc.), ces kystes n'éprouvent aucun changement : on peut mettre les kystes en liberté en dissolvant la gélatine au moyen de l'acide chromique ; ils se colorent bien alors par l'hématoxyline, mais d'une manière si intense que l'observation du macronucleus est impossible.

Une seule méthode nous a réussi : sur des kystes laissés pendant une nuit au contact de l'acide azotique ordinaire, nous avons ajouté, en laissant des traces d'acide, du vert de méthyle ; la couleur de ce dernier se trouve altérée ; cependant le macronucleus, dans ces conditions, devient visible et se colore ; il est sphérique ; il occupe le centre de la cellule et son diamètre est, en général, un tiers de celui du kyste lui-même (Pl. II, fig. 8).

Il est bon de ne pas laisser la coloration s'accentuer trop, car les Zoochlorelles arrivent elles-mêmes à se colorer et masquent le noyau.

D'un autre côté, si l'on veut conserver ces kystes en prépara-

tion permanente, il faut leur faire subir un lavage à la suite duquel la coloration s'accentue beaucoup.

Sur des kystes fixés à l'acide chromique à 1 o/o, l'action successive de l'iode et de l'acide sulfurique produit une coloration bleue souvent très belle : on pourrait croire qu'elle est due à de la cellulose qui imprégnerait les membranes. Stein en 1854 a déjà observé une coloration vineuse des kystes de la *Vorticella microstoma* : il en conclut à la nature cellulosique des membranes. D'un autre côté, Fabre n'a jamais observé cette réaction sur les kystes qu'il a étudiés (1).

Dans le cas de l'*Ophrydium versatile*, la coloration bleue est hors de conteste ; mais il est assez difficile de l'interpréter : je crois cependant pouvoir affirmer que les membranes conservent une coloration rougeâtre, la teinte bleue se produirait entre les membranes et le protoplasma ; elle est due peut-être à la membrane cellulosique des Zoochlorelles qui se détruit.

En résumé, nous voyons que la structure du kyste de l'*Ophrydium* rappelle celle que l'on trouve chez les Vorticelles ; Stein et Allmann ont vu en effet chez ces dernières deux membranes : l'ectocyste et l'entocyste ; l'existence de deux membranes se retrouve d'ailleurs chez d'autres Infusoires ciliés, *Bursaria truncatella* (Brauer), *Dileptus anser* (Cienkowski), etc.

Dans l'*Ophrydium*, l'ectocyste disparaît sous l'influence de la potasse concentrée, des acides sulfurique, chromique, azotique ; l'entocyste résiste à l'action prolongée de ces divers réactifs : c'est ce qui a lieu également d'après Fabre pour les *Colpoda* et les Vorticelles ; ces membranes sont traversées facilement par les acides ou les bases.

Dans l'*Ophrydium*, les dessins irréguliers de la surface sont dus à des reliefs de l'entocyste : et se comportent comme ce dernier en face des réactifs.

Le macronucleus qui, dans les individus ordinaires, a la forme d'un cordon très allongé devient sphérique dans les kystes : il en

(1) Fabre-Domergue. Recherches anatomiques et physiologiques sur les Infusoires ciliés (Ann. des sc. nat. Zool. T. V. 1888. p. 99).

occupe le centre. Stein a fait une observation analogue pour l'*Epistylis branchiophila* et Entz pour l'*Actinobolus radians*.

Enfin, les *Zoochlorelles* continuent de vivre dans les kystes d'*Ophrydrium* : elles occupent la portion périphérique du protoplasma.

Dans la masse gélatineuse, les kystes ont une loge bien déterminée, tout comme les individus des colonies végétatives. On doit cependant remarquer qu'il y a fréquemment dans la même loge deux kystes et même parfois quatre ; cela veut dire simplement que les individus se sont divisés avant l'enkystement sans s'entourer chacun d'une enveloppe gélatineuse spéciale (Pl. II, fig. 7).

Les Zoochlorelles. — Butschli vient d'écrire l'histoire des Zoochlorelles d'une manière très claire (1) ; il les étudie dans le chapitre consacré aux parasites, bien qu'elles n'aient pas, dit-il, toutes les propriétés inhérentes au parasitisme.

Nous suivrons de près sa description en la résumant : cela nous permettra de discuter facilement les points controversés, en apportant nos propres observations : nous indiquerons de plus quelques points de la biologie des Zoochlorelles complètement négligés jusqu'ici.

Rappelons que nous avons le premier découvert l'existence des Zoochlorelles chez les Flagellés ; ils se trouvaient à l'intérieur d'un *Anisonema : A. viridis* Dangeard (2).

Les Zoochlorelles se rencontrent, on le sait, dans *Spongilla viridis*, *Hydra viridis*, *Convoluta Schultzii* ; ils existent chez de nombreux Ciliés : *Ophrydium versatile*, *Paramœcium Bursaria*, *Coleps hirtus*, *Lacrymaria olor*, *Frontonia leucas*, *Stentor polymorphus*, *S. igneus*, *Climacostomum virens*, *Stichotricha secunda*, *Vorticella*, sp., etc.; leur présence ne paraît pas constante dans la même espèce ; Claparède et Lachmann d'un côté, Stein de l'autre, ont vu des *Paramœcium Bursaria* incolores (3). Il existe un

(1) Butschli. Protozoa, p. 1832-1839. (Bronn's Klassen and Ordnungen, 1889).

(2) P. A. Dangeard. Mémoire sur les algues (Le Botaniste, 1re série, p. 131).

(3) Je puis confirmer cette observation ; les individus ne renfermaient pas de Zoochlorelles : bien plus, il n'y avait dans le protoplasma aucune trace d'aliments ingérés ; ces *Paramæcium* incolores se trouvaient au milieu d'autres individus colorés en vert, en mars 1890.

Ophrydium dépourvu de Zoochlorelles (*O. Eichhorni* Ehr. V[te] *hyalinum* Wrzes.) On ignore si c'est une espèce ou une simple variété. Le nombre des Zoochlorelles est également très variable. Stein a vu le *Stentor polymorphus* bourré de Zoochlorelles du printemps à l'automne ; elles étaient rares ou disparaissaient complètement pendant l'hiver.

Structure. Leur forme est sphérique ; le diamètre est de 3 à 6 μ (Brandt), 10 μ (Entz) (1). Brandt a cru voir dans les Zoochlorelles de l'Hydre une très fine membrane de cellulose ; encore, son observation était-elle assez peu concluante. Entz a décrit chez les Zoochlorelles des Ciliés une enveloppe gélatineuse, rarement une membrane solide : aussi Butschli reste-il dans le doute : « Eine membran wurde nicht ganz sicher beobachtet » (2).

Nos observations ont porté sur les Zoochlorelles du *Paramœcium Bursaria* et de l'*Ophrydium versatile.* On réussit à voir très nettement la membrane de la manière suivante : on fixe à l'acide chromique à 1 °/₀ et on colore ensuite à l'hématoxyline ; dans ces conditions, la coloration devient très intense ; on déshydrate ; on laisse assez longtemps dans l'essence de girofle et on monte au baume de Canada. L'observation n'est pas possible immédiatement ; mais la décoloration se fait peu à peu et au bout d'une quinzaine de jours, la membrane se présente avec une grande netteté ; elle est très mince et séparée du noyau par un espace incolore ; dans l'*Ophrydium versatile,* à la suite de plusieurs essais, la membrane, dans toute la préparation qui renfermait de nombreux individus, a donné la réaction cellulosique ; il faut remarquer que, dans les cultures, les Zoochlorelles en liberté épaississent quelquefois leur membrane assez fortement.

Les Zoochlorelles ont une couleur verte : Butschli leur attribue

(1) Brand. Ueber die morph. u. phys. Bedeutung des chlorophylls bei Thieren. (Mittheil. der Zool. stat. Neapel. Bd IV, 1883).

Entz. Ueber die natur der « Chlorophyllkorperchen » niedere Thiere. (Biol. Centralblatt, I. 1881) ; ce sont les deux mémoires principaux qui ont appelé l'attention sur la nature des Zoochlorelles.

(2) Butschli. *Loc. cit.*, p. 1833.

un seul chromatophore analogue à celui des *Chlamydomonas* ; il est annulaire.

La principale raison qu'apporte Brandt en faveur de l'individualité des Zoochlorelles est la présence d'un noyau au milieu du corpuscule ; le fait a été confirmé par Entz d'abord et ensuite par Schewiakoff (p. *Frontonia leucas*, inéd., d'apr. Butschli.)

D'un autre côté, Lankester (1), Ryder (2), Salitt (3) n'admettent pas l'existence de ce noyau. Elle n'est cependant pas douteuse : la méthode qui nous a servi pour déceler la présence d'une membrane donne des résultats certains en ce qui concerne le noyau ; au centre de la cellule se trouve un corpuscule très petit, se détachant fortement par sa coloration du protoplasma resté incolore ; il n'est pas toujours arrondi ; parfois il est allongé légèrement. Brandt a vu en outre dans la cellule un ou plusieurs corpuscules incolores qui seraient de nature amylacée (*Hydra viridis*). Entz n'a observé que rarement la réaction bleue de l'iode ; il pense que les granules sont constitués les uns par de l'amidon, les autres par du paramylon. Je crois qu'il faut tout simplement admettre que la chose se passe comme dans les autres algues vertes ; les granules sont des leucites qui n'arrivent à se colorer en bleu par l'iode que dans certaines circonstances en rapport avec la nutrition ; il est facile sur les individus incolores qui produisent de l'amidon (*Polytoma uvella*, *Chilomonas paramæcium*) de suivre les modifications de ces leucites ; ils donnent avec l'iode, suivant le moment où on les examine, des teintes qui varient du jaune rougeâtre au bleu foncé.

Position. On s'entend assez peu sur la position exacte des Zoochorelles chez les Ciliés. Stein et Entz les placent dans le protoplasma cortical. Schuberg (4) a avancé qu'elles étaient, chez

(1) Lankester. Quat. Journ. micros. science, vol. XXII.

(2) Ryder. On the chlorophyll. granules of *Vorticella* (Proc. U. S. nat. Mus. Vol. III, 1884).

(3) Salitt. On the chlorophyll corp. of. s. infusoria (Quat. Journal micr. science, XXIV, 1884).

(4) Schuberg. Ueber den Bau der *Bursaria truncalella* etc. (Morph. Jahrbuch. Bd XII, 1886).

le *Stentor polymorphus*, dans la couche superficielle de l'entoplasme ; c'est aussi l'avis de Salitt pour les *Paramœcium*, *Stentor*, *Cothurnia*, *Vorticella ;* il en est de même, d'après Schewiakoff, pour le *Frontonia leucas;* aussi, Butschli pense-t-il que les Zoochlorelles se trouvent toujours dans la partie superficielle de l'endoplasme.

Cela exige, peut-être, quelques explications : nous avons dit ailleurs (1) que dans l'*Anisonema viridis*, on distinguait sous la membrane une couche de protoplasma dense, l'ectosarque ; elle limite une cavité, l'endosarque : c'est dans l'ectosarque que se trouvent plus ou moins engagées les Zoochlorelles. Dans le *Paramœcium,* les Zoochlorelles sont situées sous la couche à nématocystes ; mais elles peuvent pénétrer dans cette couche ou tomber dans la cavité générale ; dans l'*Ophrydium*, elles ne sont séparées de la membrane que par une mince couche de protoplasma granuleux.

Entz pensait que les Zoochlorelles qui se trouvaient entraînées dans la cavité générale étaient digérées ; Butschli met fortement en doute cette observation ; les raisons qu'il en donne ne sont pas absolument concluantes ; les propriétés digestives pouvant très bien être localisées dans la cavité générale.

Mode de division. Les Zoochlorelles se multiplient par division comme l'a montré Balbiani dès l'année 1863 chez le *Stentor polymorphus*, ce qui a été confirmé par Entz et Brandt ; il y a une simple division en deux ou formation de quatre cellules ; on ignore dans ce dernier cas si la division est simultanée ou s'il y a deux bipartitions successives ; il y a une division correspondante du noyau (Brandt) et du chromatophore.

Brandt a reconnu que les Zoochlorelles continuent de vivre et de se diviser lorsqu'elles ont été mises en liberté. Schewiakoff a fait une observation analogue sur le *Frontonia leucas* (d'après Butschli).

Entz va beaucoup plus loin et, d'après lui, les Zoochlorelles

(1) Le Botaniste, Ire série, loc. cit.

se développeraient dans les cultures en diverses algues *Scenedesmus*, *Rhaphidium*, *Pleurococcus*, etc. ; ce fait est absolument contraire à ce que nous savons de ces algues et Entz a certainement été induit en erreur — ce qui était facile — par des cultures impures.

Nous pouvons confirmer les résultats obtenus par Brandt et Schewiakoff : nous pensons même que c'est bien aux Zoochlorelles qu'appartiennent les kystes obtenus dans nos cultures : ces cellules restaient sphériques, acquéraient une forte membrane, devenaient assez souvent jaunâtres ; elles se développaient ultérieurement en deux ou quatre cellules nouvelles, avec rupture de la membrane commune (Pl. I, fig. 11, *b*) ; ce qui nous confirme dans cette idée, c'est que les cultures ont été faites avec beaucoup de soin ; d'un autre côté, nous sommes assez familiarisé avec les petites algues et nous n'avons jamais obtenu ailleurs celles qui viennent d'être décrites.

Mode d'infection. Schewiakoff a pu suivre l'entrée des Zoochlorelles dans le *Frontonia leucas* ; des exemplaires incolores de cet Infusoire, mis en relation avec des Zoochlorelles isolées sont devenus en peu de temps complètement verts.

D'après P. E. Wright, une petite algue appartenant au genre *Chlorochytrium* peut pénétrer dans les *Epistylis* et le *Cothurnia crystallina* et y vivre.

Enkystement de l'Infusoire. Personne, jusqu'ici, à ma connaissance, n'a indiqué comment se comportent les Zoochlorelles dans l'enkystement de l'hôte ; sont-elles un obstacle à cet enkystement ? L'Infusoire arrive-t-il à s'en débarrasser préalablement ? En présence des hésitations qu'ont beaucoup de zoologistes à accepter l'individualité des Zoochlorelles, on devait se demander si elles ne disparaissaient pas plus ou moins complètement dans le protoplasma, comme de simples chromatophores : tout l'échafaudage bâti si laborieusement eût disparu du même coup.

Nous avons déjà démontré qu'elles se retrouvent dans les kystes d'*Ophrydium versatile* : elles conservent leur couleur verte et occupent la portion périphérique du protoplasma ; si l'on

considère que dans les kystes, généralement, la couleur verte se trouve profondément modifiée, on voit que la persistance de la couleur verte des Zoochlorelles est une nouvelle preuve et trés sérieuse en faveur de leur individualité.

Il serait intéressant de voir comment elles se comportent à la germination des kystes.

Nous avons également observé l'enkystement du *Paramæcium Bursaria* ; les kystes étaient au nombre de quatre : le plus gros mesurait 45 μ, le plus petit 30 μ ; ils étaient entourés d'une épaisse membrane incolore, homogène, et plus extérieurement d'une sorte de mucilage gélatineux irrégulier : ils étaient colorés en vert par de nombreuses Zoochlorelles qui, si je ne me trompe, arrivaient au contact de la membrane (fig. 13).

Nature des Zoochlorelles. Après ce qui vient d'être dit, il n'est plus guère permis de considérer les Zoochlorelles autrement que comme des individualités propres : ce sont des algues du groupe des Protococcacées qui vivent à l'intérieur d'un hôte : c'est comme nous l'avons déjà fait remarquer ailleurs, avec le *Palmella hyalina* (1) qu'elles présentent la plus grande ressemblance, sous le rapport de l'organisation, du développement, de la grosseur même.

Brandt a vu que les cellules jaunes qui se rencontrent dans le protoplasma des Radiolaires étaient également des parasites ; il les désigne sous le nom de Zooxanthelles ; il a réussi à voir la phase active : c'est une zoospore à deux cils qu'il identifie avec l'*Exuviella marina* (2) ; or, cette dernière espèce serait d'après Klebs un Péridinien (3), un autre Péridinien peut d'ailleurs être également parasite (4).

D'après cela, Butschli se demande si les Zoochlorelles ne seraient point également la phase végétative d'un mastigophore

(1) Pour le développement et la structure de cette algue, voir : P. A. Dangeard. Mémoire sur les algues (Le Botaniste, 1re série, p. 166).

(2) Brandt. Die Kolonienbildenden Radiolarien des Golfes von Neapel (Zool. stat. zu Neapel 1885, p. 65-71, pl. II).

(3) Klebs. Bot. Zeit., 1884.

(4) Pouchet. Journ. de microgr., t. VIII, p. 347-348, 1884).

vert ; nous pensons que la nature protococcacée des Zoochlorelles ne peut guère être mise en doute.

On sait peu de chose sur le rôle que jouent dans l'hôte les Zoochlorelles ; y a-t-il symbiose ou simplement parasitisme ? S'il y a symbiose, le profit tiré par l'Infusoire est bien faible : en effet, la présence de ces algues n'empêche nullement l'introduction d'aliments et leur digestion : tout au plus rendrait-elle le besoin de nourriture moins intense. Maupas a démontré que la division du *Paramœcium Bursaria* se faisait aussi bien à l'ombre qu'au soleil (1), aussi Butschli pense-t-il que les Infusoires ne se nourrissent pas du carbonne assimilé par l'algue.

Nous avons émis une autre opinion : les Zoochlorelles sont des Protococcacées ; or, dans ce groupe, les cellules ont souvent la propriété de sécréter abondamment de la gélatine ; n'est-ce point cette sécrétion qui est utilisée par l'Infusoire et qui lui permet dans certains cas de produire les masses gélatineuses que nous avons vues dans l'*Ophrydium ?* cela nous paraît bien probable.

II

Observations sur les Acinétiens

Sans nous attarder à donner ici un aperçu bibliographique du groupe des Acinétiens, hors de proportion avec ce qui va suivre, nous allons aborder immédiatement l'exposition des faits observés. Ils concernent principalement le mode de nutrition, la formation des embryons, le micronucleus ; nous aurons également à formuler un avis sur nombre de points controversés, touchant la vacuole contractile, la nature des tentacules, la membrane du corps, etc.

(1) Maupas. Recherches expérim. sur la multipl. des Infus. ciliés (Archiv. de zool. exp. Vol. vi, 1888, p. 255-256).

1° **Podophrya fixa** Muller

(Pl. I, fig. 14-21)

Cette espèce s'est développée abondamment dans une eau recueillie au marais des Terriers, près Caen : elle a présenté, pendant la durée de la culture, certaines modifications d'aspect qui seront notées.

Au début, les Podophryes étaient à peu près complétement sphériques, d'un diamètre de 16 à 20 μ : leurs tentacules étaient assez nombreux ; ils partaient de tous les points de la surface du corps ; l'extrémité généralement n'était point renflée en un petit bouton comme on le représente souvent (Ehrenberg (1), Stein (2), Saville-Kent (3), Butschli (4), elle était légèrement élargie. Maupas a vu un semblable élargissement (5) ; il ignore si ce fait doit entraîner une distinction spécifique. L'espèce étudiée ici présentait tous les autres caractères de la *Podophrya fixa*; de plus, nous avons vu, rarement il est vrai, des tentacules terminés par un renflement. D'un autre côté, Hertwig a distingué déjà dans les Podophryes deux espèces de tentacules, les plus longs étant seuls aptes à la préhension, les plus courts à la succion. Il faut croire que cette localisation de fonctions, qui existe bien développée, en particulier dans *Ephelota* (*Podophrya*) *gemmipara*, où Hertwig l'a découverte (6), est cependant beaucoup plus faible dans la *Podophrya fixa* : nous avons vu un seul et même tentacule court arrêter brusquement un Infusoire et le sucer sans que les autres tentacules présentent le moindre changement.

Ce qui est certain, c'est la différence de longueur que peuvent

(1) Ehrenberg. Die Infusionst. Leipzig 1838.
(2) Stein. Die Infusionsthiere auf ihre Entw. 1854.
(3) Saville Kent. Manual of Infusoria. London.
(4) Bustchli. Protozoa.
(5) Maupas Sur l'organisation et le passage à l'état mobile de la *Podophrya fixa* (Archiv. de zool. expérim. T. V, 1876).
(6) Hertwig. Ueber *Podophrya gemmipara*. (Morp. Jahrbuch. I. 1876).

présenter ces tentacules ; sur les individus bien nourris, cette longueur ne dépasse guère le diamètre du corps et elle est sensiblement égale pour tous (fig. 14) ; dans la période de jeûne, certains tentacules deviennent moitié plus longs que les autres ; il en est de même parfois sur les jeunes Podophryes.

Ces tentacules sont dispersés sur tout le corps, excepté cependant lors de la formation des embryons ; à ce moment, les tentacules manquent dans toute la partie antérieure où s'effectuera la sortie de ces embryons (fig. 17).

On est peu d'accord sur la nature et la structure des tentacules ; pour nous, ce sont de simples prolongements du protoplasma fondamental ; leur surface, comme celle du corps lui-même, se recouvre d'une mince pellicule ; ils peuvent rentrer dans le corps, mais le font très lentement ; on peut également les voir sortir, lorsque les embryons se fixent ; ils sont alors nettement capités (fig. 18, *h* et fig. 21). Si l'on joint à cela qu'ils se renflent pour donner passage aux aliments, on voit qu'ils sont comparables aux pseudopodes des amibes. Nous avons constaté d'ailleurs sur une grosse amibe, et d'une manière très nette, l'existence d'une pellicule ; ajoutons que cette analogie entre les pseudopodes et les tentacules n'est pas admise par tout le monde (1) ; nous pensons que pseudopodes, tentacules, flagellums, cils, sont des productions ayant une même valeur morphologique.

Maupas a suivi le protoplasma du tentacule assez loin dans le corps ; c'est ce qui a lieu d'une manière très prononcée dans l'*Ephelota gemmipara* si bien étudié par Hertwig (2).

Le corps est porté sur un pédicelle hyalin d'une longueur de 20 μ environ ; ce pédicelle est nettement élargi en disque à la base ; il est conique à l'endroit où il se continue avec le corps ; parfois il présente à cet endroit une petite cupule ou entonnoir.

La question de la présence d'une membrane à la surface du

(1) Bütschli. *Loc. cit.*, p. 1869.
(2) Hertwig. *Loc. cit.*

corps est controversée. Maupas (1) considère comme un fait bien acquis l'existence d'Acinétiens nus ; de ce nombre serait la *Podophrya fixa;* Fraipont pense que le protoplasma est recouvert d'une membrane dans toutes les espèces (2). Bien que Cienkowski (3) Hertwig et Maupas n'aient point vu la membrane de la *Podophrya fixa*, il est certain qu'elle existe : on l'aperçoit très bien après une forte coloration à l'hématoxyline ; elle a un double contour : elle rentre dans la catégorie des membranes désignées par Butschli sous le nom de pellicule ou cuticule.

Le protoplasma dans les individus à jeun depuis quelque temps est incolore, dense, réfringent, avec quelques petites granulations ; à cet état, le noyau est facile à apercevoir ; il est central, de forme arrondie ou légèrement allongé en bande perpendiculairement à l'axe ; son aspect est framboisé. Cela tient à sa structure particulière : on peut s'assurer qu'il est composé de deux parties : une masse fondamentale peu sensible aux réactifs colorants et un très grand nombre de petits granules de chromatine : ces derniers, en effet, se colorent fortement et exclusivement sous l'action de l'hématoxyline : leur substance est fort dense, tandis que la masse fondamentale est selon les individus, plus ou moins vacuolaire (fig. 19, *a*, *b*, *c*.).

Bien que la structure intime du noyau soit peu connue chez les Acinétiens, on peut avancer que celle qui vient d'être décrite existe chez plusieurs espèces : ainsi, les « corpuscules solides et opaques », vus par Maupas (4) dans le noyau de l'*Acineta Jolyi* ne sont probablement que des granules de chromatine. De semblables granules de chromatine ont été signalés par Plate dans le Dendrocometes. (5) Schneider qui les a étudiés dans le *Stylo-*

(1) Maupas. Contribution à l'étude des Acinétiens. (Archiv. de Zool. expér. t. IX, 1881, p. 336).

(2) Fraipont. Recherches sur les Acinétiniens de la côte d'Ostende, 4e partie. (Bull. de l'Académie Royale de Belgique, 1878, p. 475).

(3) Cienkowski. Bemerkungen über stein Acinetenlehre. (Bull. de l'Académie, imp. de St-Pétersbourg, 1855).

(4) Maupas. *Loc. cit.*, 1881, p. 311.

(5) Plate. Unters. einiger an den Kiemenblattern des *Gammarus pulex* lebenden ectoparasiten. (Zeitschrift f. wiss. Zoologie. Bd. 43, 1886).

cometes les désigne sous le nom de chromatosphérites (1) ; ils sont dans ce genre très irréguliers et de grosseur très différente.

On désigne généralement ce noyau sous le nom de macronucleus en le comparant à celui des Ciliés ordinaires. Maupas vient d'annoncer l'existence d'un micronucleus dans la *Podophrya fixa* (2); il nous a été impossible de le voir nettement ; mais nous admettons son existence.

Il existe deux vacuoles contractiles bien que les auteurs n'en attribuent qu'une seule aux Podophryes ; Butschli reconnaît que les variations signalées par les auteurs dans la même espèce pourraient bien résulter de recherches incomplètes (3). C'est ce qui a eu lieu ici ; en effet, normalement, une seule des vacuoles fonctionne ; elle est située à la partie antérieure du corps, un peu latéralement ; elle se forme généralement par l'agrandissement lent d'une seule vacuole ; mais elle résulte aussi parfois de la fusion de plusieurs vacuoles secondaires qui se fondent dans une médiane. Maupas a vu que les vacuoles secondaires peuvent ne se vider qu'après deux systoles de la vacuole principale. Il conclut de ses observations que la vacuole contractile est dépourvue de membrane propre et il a raison (4).

La seconde vacuole qui ne fonctionne que de temps en temps se trouve également à la partie antérieure du corps, mais du côté opposé ; elle se comporte comme la première ; l'existence de cette seconde vacuole est certaine ; non-seulement on la trouve sur des individus adules, mais elle existe déjà dans le jeune embryon.

Plusieurs fois, nous avons vu dans la première vacuole de petits granules réfringents.

On a discuté beaucoup et on discute encore sur la question de savoir si les vacuoles contractiles déversent leur contenu à

(1) Schneider. Tablettes Zoologiques, t. II, n°s 1 et 2.

(2) Maupas. Le rajeunissement karyogamique chez les Ciliés (Archiv. de zool. expérim. T. VII, 1889, p. 385).

(3) Butschli. *Loc, cit.*, p. 1871.

(4) Maupas. *Loc. cit.*, 1876, p. 413-415.

l'extérieur par un canal ; nous verrons, en suivant la formation des germes endogènes un fait précis, qui dans le cas de la *Podophrya fixa*, rend fort douteuse cette expulsion de liquides au dehors.

Examinons maintenant le mode de nutrition ; il présente un intérêt spécial, car il est fort mal connu. Il y a un choix dans les aliments ; plusieurs auteurs l'ont signalé pour diverses espèces. Dans nos cultures, le *Litonotus fasciola* circulait au milieu des Podophryes, les bousculant sans être jamais saisi ; bien mieux, cet Infusoire est un grand destructeur d'embryons. Maupas a vu que la *Podophrya libera* Perty *(P. fixa*, vté *algirensis.* Maupas), attaquait le *Stylonichia histrio* et laissait indemne le *Paramœcium aurelia.* Dans la cuvette contenant nos cultures, se trouvait la variété incolore de *Paramœcium Bursaria* ou une autre espèce du genre et un Oxytriche ; or, l'Oxytriche n'était jamais attaqué, tandis que de nombreux *Paramœcium* se trouvaient saisis par la Podophrye. Il est presque impossible de suivre dans ce cas l'introduction des aliments.

Nous avons été plus heureux avec un petit Infusoire le *Cyclidium glaucoma ;* à 8 h. 10 du matin, il arrive au contact de l'Acinétien (fig. 15), il est immédiatement touché et fixé par un seul tentacule ; la fixation est si énergique que l'Infusoire ne fait aucun mouvement et reste dans la position qu'il avait au moment du contact : ce fait suppose une décharge électrique où la production d'un poison stupéfiant.

Le tentacule était solidement fixé à l'Infusoire, car il se trouva ballotté, replié par le passage d'autres Infusoires sans lâcher prise ; pendant quatre ou cinq minutes environ, il fut impossible d'observer aucun changement : seulement les cils de l'Infusoire se détachèrent, tandis que sa forme s'arrondissait. Puis, brusquement le protoplasma de la Podophrye, qui était dense, incolore, peu granuleux, se montra criblé de vacuoles ; ensuite apparurent des globules d'aspect oléagineux ; le tentacule avait subi un léger raccourcissement ; son diamètre avait augmenté de moitié environ (fig. 16). Nous avons vu alors nettement le cou-

rant de protoplasma allant de l'Infusoire à la Podophrye, grâce aux granulations : la vitesse de ces granulations était considérable ; le courant n'est pas visible lorsque ces granulations manquent. L'Infusoire diminuait de volume rapidement, formant une petite boule ; il est intéressant de remarquer que cette boule se trouvait agitée à la fin de mouvements sur elle-même ; cette boule se trouva réduite à trois ou quatre granulations qui, sans doute à cause de leur grosseur, ne purent pénétrer dans le tentacule et furent abandonnés ; en même temps, le tentacule reprenait sa forme primitive.

Le protoplasma de la Podophrye se trouvait rempli alors de globules sombres, d'aspect oléagineux. On connaît ces globules chez la plupart des espèces. Lachmann a remarqué depuis longtemps (1856) qu'ils correspondaient à une nutrition abondante. Butschli a vu dans la *Tokophrya quadripartita* qu'ils disparaissaient sous l'influence d'un jeûne prolongé (1). Plate a fait la même observation pour le Dendrocometes (2). Maupas signale également la relation qui existe entre la présence de ces globules et le phénomène de la nutrition, mais il est peu explicite (3) ; sont-ce des substances ingérées ? On se serait tenté de le croire, si dans un autre travail, il ne les désignait du nom de globules huileux (4).

Ces globules sont, en effet, généralement considérés comme étant de nature oléagineuse ; aucune preuve sérieuse n'a été fournie et Butschli se contente de dire que leur nature huileuse n'est pas suffisamment établie.

Lachmann a cru voir que ces globules ne provenaient pas directement de l'ingestion d'aliments ; ce n'est pas notre avis. Ils se produisent dans le corps au moment même où arrive le courant de protoplasma ingéré ; nous ne voyons pas comment l'arrivée d'un protoplasma étranger pourrait produire de tels glo-

(1) Butschli. Ueber die Entstehung...... (Jenaische Zeitschrift, BdX, 1876).
(2) Plate. *Loc. cit.*
(3) Maupas. *Loc. cit.* 1876, p. 403.
(4) Maupas. *Loc. cit.* 1881, p. 299.

bules brusquement dans le corps de la Podophrye ; c'est ce protoplasma lui-même qui se fragmente ainsi à son arrivée ; plusieurs faits confirment cette manière de voir. Ces globules sont assimilés et disparaissent plus ou moins complètement par la digestion. D'un autre côté, ils ne sont nullement constitués par de l'huile comme on le croit ; ils se comportent comme du protoplasma, se colorant un peu sous l'action de l'hématoxyline, pouvant se colorer plus ou moins par le picro-carmin. Avec ce dernier réactif, en prolongeant son action, nous sommes arrivé à colorer ces globules d'une manière très intense. Enfin, dans les préparations au baume ou à l'essence de girofle, ces globules continuent à être bien visibles, ce qui n'a pas lieu pour les globules huileux.

Ainsi donc, ces globules ne sont que du protoplasma ingéré : ce protoplasma paraît pénétré par le sarcode hyalin de la Podophrye ; à cette question se rattache étroitement celle du mode de nutrition. Il est généralement admis que les tentacules *aspirent* le protoplasma de leur victime : cela soulève bien des difficultés. D'un autre côté, Maupas (1) a avancé que le protoplasma de la *Sphaerophrya magna* pouvait aller par le tentacule se mélanger au protoplasma de l'Infusoire, pour le ramener ensuite dans le corps : cette interprétation est fortement contestée ; elle me paraît cependant rendre compte des faits dans le cas de la *Podophrya fixa*.

Ainsi, c'est pendant les quatre ou cinq minutes qui s'écoulent entre la fixation de l'Infusoire et la formation du courant centripète, que le liquide digestif de la Podophrye va se mêler au protoplasma de la victime ; à ce départ du liquide, tient la formation des vacuoles que nous avons signalée. Cette incorporation des deux plasmas paraît seule capable de rendre compte : 1° de la déformation régulière de l'Infusoire qui se réduit en une petite pelote ; 2° des mouvements propres que subit cette petite pelote à la fin de l'absorption.

Il nous reste à étudier maintenant avec quelques détails le

(1) Maupas. *Loc. cit* 1881, p. 303.

mode de formation des embryons ; on connaît ces embryons chez beaucoup d'espèces, mais la manière dont ils se forment n'a guère été étudiée sérieusement que dans deux espèces, la *Tokophrya quadripartita* (Butschli) et le *Dendrocometes paradoxus* (Butschli, Plate) (1). Nous allons décrire ici quelques phénomènes nouveaux pour les Podophryes ; plusieurs intéresseront la marche générale de la formation des embryons chez les Acinétiens.

La première indication est fournie par la vacuole contractile : à l'état normal, elle se contracte régulièrement sans laisser voir autour d'elle aucune trace de l'expulsion de liquide. Au moment de la formation d'un embryon endogène, lorsqu'elle se vide, il se forme à côté un réservoir ovale (fig. 18, *a*) ; lorsqu'elle se remplit à nouveau, ce réservoir se vide à son tour ; on le voit disparaître peu à peu jusqu'à devenir une ligne ; il se forme à chaque systole. On voit alors souvent, lorsqu'il est large, une ligne médiane plus blanche, parfois deux latérales, (fig. 18, *b*). La diastole peut débuter également par plusieurs vésicules secondaires qui se fondent dans une médiane ; la ligne médiane blanche que l'on voit par transparence à travers le réservoir, paraît due à un enfoncement qui se produit suivant cette direction dans la masse générale du corps. Notons qu'à ce moment, la deuxième vacuole peut se contracter régulièrement non loin de la seconde.

Dès maintenant, on peut conclure, *qu'à ce moment*, l'expulsion du liquide de la vacuole contractile ne se fait pas à l'extérieur. Une autre conséquence s'impose ; il n'y a pas un simple passage de l'eau du réservoir dans la vacuole contractile ; le réservoir abandonne cette eau au protoplasma ambiant qui la transmet à la vacuole contractile ; cette dernière n'est pas nécessairement au contact même de l'extrémité du réservoir ; on doit conclure, à coup sûr, de l'étude de la vacuole contractile, à ce moment, qu'elle n'a pas de membrane propre.

On pourrait sans doute étendre ces conséquences à la vie tout

(1) Consulter Butschli. Protozoa, p. 1896-1897.

entière de l'individu ; pour la seconde, c'est même indiscutable ; pour la première, les naturalistes qui voudraient admettre l'existence d'un canal rejettant l'eau à l'extérieur en temps ordinaire, devraient admettre par le fait même qu'il se bouche au moment de la formation des embryons, ce qui paraît bien peu probable.

On a décrit cependant chez plusieurs espèces un canal de la vacuole contractile : Keppene aurait vu en outre un réservoir (1) ; pour ce dernier point, nous nous demandons si l'auteur n'a point eu devant lui un aspect semblable à celui qui vient d'être décrit.

Toujours est-il que dans la *Podophrya fixa*, ce réservoir n'existe qu'au moment de la production d'un embryon : bientôt ce réservoir se recourbe en faux et des cils se montrent sur le bord interne ; ils s'agitent à chaque systole (fig. 18, *c*).

Bientôt la vacuole cesse de se vider de ce côté ; elle se déverse dans un autre réservoir du côté opposé (fig. 18, *d* ;) il se forme ainsi un nouvel espace qui finit par rejoindre le premier et isoler l'embryon (fig. 18, *e*). Avant que cet embryon soit ainsi devenu libre, il a pris une portion du noyau que l'on voyait distinctement à côté de la grande vacuole contractile (fig. 18, *c*). En même temps, il se forme dans cet embryon deux vacuoles contractiles. On doit faire ici une remarque importante ; les vacuoles, dans les cellules végétales, proviendraient toujours d'une division de vacuoles préexistantes (2). Ici nous avons vu l'une des vacuoles de l'embryon se produire au voisinage de la grande vacuole contractile et comme un diverticulum de cette dernière (fig, 18, *d*) ; en est-il de même pour la seconde? c'est possible.

L'embryon ainsi isolé, avec son petit noyau central et ses deux vacuoles contractiles soulève la couche de protoplasma antérieure (fig. 18, *f*, *g*) : il tourne sur lui-même et finalement réussit à s'échapper le rostre en avant ; la blessure occasionnée par sa sortie se referme peu à peu sans laisser de traces.

(1) Keppene. Beobach. über die Infusiora tentaculifera (Mémoires des natur. de la Nouvelle Russie (Odessa, 1888).

(2) Went. Die Vermehrung der normalen Vacuolen durch Theilung (Pringsheim's Jahrbücher fur wissensch. Botanik, Band XIX, 1888).

Butschli a vu que le macronucleus de *Tokophrya quadripartita*, lorsqu'il donne un petit fragment de sa substance à l'embryon, prend un aspect particulier : sa substance de granuleuse devient fibrillaire : cela n'a pas lieu dans notre espèce (fig. 19, *a*, *b*, *c*) : ou du moins nous n'avons pas su l'y voir.

La même Podophrye peut donner successivement trois ou quatre embryons : la formation d'un seul embryon dure deux heures environ à partir des premières modifications présentées par la vacuole.

La forme des embryons de cette espèce a déjà été indiquée par les auteurs : nous compléterons en disant que le noyau central est arrondi, granuleux, comme celui des individus adultes ; la présence des deux vacuoles détermine une symétrie bilatérale (fig. 18, *h*) ; le rostre est hyalin ; à sa base se trouvent trois ou quatre sillons qui portent de longs cils ; le protoplasma est clair avec quelques granulations vers la partie postérieure du corps : la grosseur de ces embryons est variable.

Leur mouvement est violent : c'est un exercice émouvant de les suivre dans la préparation : je dois ajouter que dans cette chasse d'un nouveau genre, l'avantage ne reste que bien rarement au micrographe : l'embryon tourne rapidement sur lui-même, en progressant les cils dirigés en avant : il s'arrête brusquement, repart de même, filant droit devant lui, ou faisant de fréquents écarts.

Au moment de la fixation, son activité se ralentit ; il s'arrête, se fixe par son rostre, les cils disposés en couronne : les tentacules apparaissent à la partie opposée, sous forme de filaments capités qui s'allongent lentement. A ce moment, l'embryon est sans défense (fig. 18, *h*) : deux fois, nous avions réussi à en suivre un jusqu'à ce stade ; deux fois un Infusoire vorace, le *Litonotus fasciola* vint englober l'embryon ; il nous a donc été impossible de suivre la formation du pédicelle.

On sait que les Podophryes peuvent se revêtir de cils et quitter leur pédicelle comme de véritables embryons ; je pense que les différents stades de la figure 21, représentent une de ces Podo-

phryes ; ce qui m'embarrasse dans cette assimilation, c'est que la disposition des cils figurée par Maupas est bien différente (1).

Les Podophryes se conjuguent deux à deux. Maupas vient d'annoncer une étude sur ce sujet si intéressant (2).

Il nous reste seulement à ajouter que certains individus rétractent leurs tentacules (fig. 21, *g*) sans d'ailleurs former le kyste que l'on connaît. Enfin, il nous a semblé que des rangées de granulations que nous avons vues à la partie antérieure d'une Podophrye (fig. 21, *f*) représentaient des résidus de la digestion ; on ne sait rien ou presque rien sur ce sujet dans le groupe des Acinétiens ; c'est notre seule excuse à mentionner cette observation si incomplète.

Les cultures de *Podophrya* furent ravagées par un parasite : à la place du noyau se trouvaient une dizaine de petits corpuscules sphériques ; nous ignorons s'ils appartiennent à une Chytridinée analogue au *Sphærita endogena* Dang.

2° **Metacineta mystacina** Ehb.

(Pl. I, fig. 22)

Cette espèce a été rencontrée dans une culture de *Vampyrella vorax* ; on sait qu'elle varie d'aspect dans des limites assez grandes ; la forme étudiée ici appartient à la variété sessile.

Dans l'espèce type, il y a six faisceaux de tentacules qui correspondent à six prolongements antérieurs de la tunique (3) ; notre variété ne possédait généralement que trois prolongements de la tunique et trois faisceaux de tentacules ; elle ressemblait à une variété décrite par Gruber (4) ; la disposition des tentacules était loin d'être toujours régulière.

Nous avons vu les groupes de tentacules s'enfoncer dans la couche superficielle de protoplasma (fig. 22, *b*) ; ils déterminaient

(1) Maupas. *Loc. cit.* 1876.
(2) Maupas. *Loc. cit.*, 1889.
(3) Butschli. Protozoa, Pl. XXXVIII, fig. 4, c.
(4) Gruber. Kleine beitrage zur Kenntniss der Protozoen (Ber. d. naturf Gesellsch. Freiburg i. B. VII. 1879).

une traînée fort nette sur les individus colorés à l'hématoxyline. Il m'a paru que la tunique existait entre les tentacules, laissant seulement un passage à chaque groupe.

Notre attention s'est portée surtout sur l'étude du micronucleus qui est si mal connu chez les Acinétiens.

Butschli a découvert en 1876 un micronucleus dans un *Sphaerophrya* parasite du *Paramœcium*; depuis cette époque, Maupas en a constaté un dans plusieurs espèces *Tokophrya limbata* Mp, *Acineta tuberosa* (= *fœtida* Mp), *Podophrya fixa*, *P. Cyclopum*; l'existence d'un micronucleus a été confirmée par Möbius dans la *Tokophrya limbata* (1). Plate en a vainement cherché dans les *Dendrocometes* et les *Stylocometes*. On doit se demander si le micronucleus existe chez tous les Acinétiens et même si sa présence est constante dans la même espèce.

Il nous a été impossible de voir le micronucleus de la *Podophrya fixa*, qui en possède un; par contre, nous avons étudié assez facilement celui de la *Metacineta mystacina*, lequel n'a été signalé par personne.

Le micronucleus est sphérique; il est placé près du noyau au-dessus ou au-dessous, dans la couche de protoplasma superficielle; sa grosseur est variable; il est souvent extrêmement petit, à peine visible, ou bien atteint un diamètre de 2 ou 3 μ : à cet état, il offre parfois autour de lui une petite zone incolore qui le fait ressembler à un noyau ordinaire de flagellé; il se colore dans l'hématoxyline alunée, par un long contact.

On sait que cette espèce se divise fréquemment en deux; le macronucleus qui, à l'état ordinaire, est arrondi, massif, s'allonge en bande perpendiculairement à l'axe; il ne présente pas, croyons-nous, de chromatosphérites comme ceux de la *Podophrya fixa;* toute sa substance se colore énergiquement. Butschli qui a étudié la division de l'espèce type ne signale point cette forme en gros cordon du macronucleus; mais un aspect en forme de clou (Knauelform) et une apparence fibrillaire de la substance du macronucleus.

(1) Möbius. Bruchstücke einer Infusorienfauna der Kieler Bucht. (Arch. f. Naturgesch, 1888).

Il semble que le micronucleus soit également susceptible de se diviser : le premier stade observé (*e*) montre deux micronucleus encore entourés d'une zone claire commune ; une autre stade (*d*) les montre à peu de distance l'un de l'autre ; enfin, alors que la division en deux de la Métacinéte est complète, un des deux individus montre un micronucleus ; il n'est pas visible sur le second (*g*).

La *Metacineta mystacina* se conjugue ; l'aspect représenté (fig. 22, *i*) est sans doute le début de cette conjugaison, dont Butschli représente un stade beaucoup plus avancé (1).

3° **Trichophrya angulata** sp. nov.

(Pl. II, fig. 1-4)

Le genre *Trichophrya* réunit des Acinétiens dépourvus de coque et de pédicelle ; il y a trois espèces : *T. epistylidis* Cl. et Lach., *T. digitata* St., *T. ? piscium* Butschli ; l'espèce qui est décrite ici ne peut rentrer dans aucune d'elles ; elle semble nouvelle.

Elle est arrondie à sa base, anguleuse à sa partie antérieure (fig. 1) ; sur les côtés se trouvent deux groupes de tentacules ; ces tentacules peuvent atteindre trois fois la longueur du corps; ils ne sont point capités, mais seulement élargis à leur sommet.

A la base de l'un des groupes de tentacules, un peu rapprochée vers la partie médiane et antérieure du corps, se trouve une vacuole contractile ; elle n'offre rien de bien particulier. En temps normal, la diastole et la systole se produisent toutes les deux minutes ; on ne voit pas en général de vésicules secondaires ; une seconde vacuole contractile s'est montrée plusieurs fois près de l'autre groupe de tentacules ; elle était symétriquement placée par rapport à la première et se comportait comme elle. Cette observation est à rapprocher de celle que nous avons faite pour la *Podophrya fixa*.

Le protoplasma est incolore, réfringent ; il est parsemé de petites granulations brillantes ; il laisse voir un noyau central, ar-

(1) Butschli. Protozoa, pl. LXXVIII.

rondi, framboisé, de même structure que celui de *Podophrya fixa.*

Le mode de nutrition présente dans cette espèce un intérêt spécial ; les tentacules ne servent qu'à arrêter la proie. Voici d'ailleurs le détail de l'observation :

A 2 h. 10, un Infusoire, qui m'a paru être *Colpoda parvifrons*, arrive à proximité des tentacules ; il est tué rapidement et ses cils tombent ; les tentacules se *recourbent* sur lui et l'amènent au *contact* direct du corps, tout cela dans l'espace de quatre minutes environ ; puis le protoplasma de l'Acinétien devient sombre, ce qui tient à la formation de nombreuses vacuoles ; à ce moment, le protoplasma de l'Infusoire pénètre directement dans le corps à la base du groupe de tentacules ; le passage s'opère très rapidement ; l'Infusoire diminue graduellement de volume et au bout de trois minutes, il ne reste plus qu'un petit contour membraneux absorbé définitivement, abandonnant au milieu des tentacules trois gros granules ; les tentacules reprennent leur position normale (fig. 2, 3, 4).

Le protoplasma renferme alors un nombre considérable de globules, les uns très gros, les autres plus petits : ils n'atteignent pas la surface du corps dont ils sont séparés par une petite zone plasmique incolore. Nous avons déjà établi la nature de ces globules dans la *Podophrya fixa :* il semble que tout doute doive disparaître maintenant : ces globules représentent bien le protoplasma ingéré, non soumis à une digestion préalable.

Ce mode de nutrition rappelle étroitement celui des Rhizopodes. Je sais que plusieurs auteurs ont vu un élargissement considérable des tentacules pour l'apport des aliments ; mais je pense que personne jusqu'ici n'avait constaté l'entrée directe des aliments, sans l'intermédiaire des tentacules : elle est sans doute en rapport ici avec la grande plasticité du corps dont les contours se modifient facilement et aussi avec l'absence d'une membrane solide.

Le lendemain, le même individu n'avait plus les gros globules de la veille ; ils étaient remplacés par un grand nombre de petits ;

la vacuole contractile qui n'avait subi pendant la nutrition aucune modification dans ses oscillations, ne se contractait plus que toutes les cinq minutes, à 7 heures du matin ; à midi 1/2, le même jour, les tentacules étaient tous rentrés dans le corps ; en même temps, la *Trichophrya* s'était arrondie, les deux vacuoles fonctionnaient.

Le protoplasma reprit sa transparence les jours suivants; il forma une membrane à sa surface ; j'ai réussi à le conserver un mois entier en observation (fig. 5,6); une vacuole contractile était visible sur le côté, mais ses contractions étaient excessivement lentes ; de temps à autre, il se montrait de un à quatre tentacules qui rentraient ensuite dans le corps. J'ai pensé un instant qu'une formation de germes endogènes allait se produire. En effet, on voyait : 1° une zone hyaline dense; au dessous, une zone de protoplasma granuleux ; au centre du corps, une masse hyaline était séparée du protoplasma granuleux par un sillon clair, à double contour ; peut-être, malgré les apparences, était-ce simplement le noyau.

Espérons que ces observations sur les Acinétiens, bien qu'elles soient un peu en dehors des sujets ordinaires de nos études, ne seront pas sans quelque profit pour la science.

III

Notes sur les flagellés

Plusieurs auteurs n'admettent que difficilement l'homologie complète des flagellums et des pseudopodes ; il est bien difficile cependant de ne pas l'accepter : nous espérons que les faits qui suivent auront raison de leurs scrupules. Déjà, Zacharias (1) à la suite d'expériences fort intéressantes, admet la dérivation directe de ces deux sortes d'organes et la parenté étroite des Flagellés et

(1) Zacharias. Expérimentale Unters. über Pseudopodienbildung. (Biol. Centr. 1885.)

des Rhizopodes ; cet auteur vient ainsi confirmer l'opinion de notre compatriote Dujardin (1).

L'observation qui suit a été faite sur un *Cercomonas* ; il se trouvait dans une culture de *Leptomitus lacteus*.

« Les *Cercomonas*, dit Dujardin, ne diffèrent absolument des Monades que par un prolongement postérieur, formé par la substance même du corps qui s'agglutine au porte-objet et s'étire plus ou moins de manière à n'être tantôt qu'un tubercule aminci, tantôt une queue allongée transparente, tantôt enfin un filament presque aussi fin que le filament antérieur et susceptible d'un mouvement ondulatoire ; mais bien souvent, j'ai cru voir les Monades passer par degrés à l'état de *Cercomonas*. »

Nous rapportons l'espèce dont nous avons noté les modifications au *Cercomonas crassicauda*, sans essayer de décider si c'est bien là l'espèce décrite par Dujardin ; c'est du moins, il semble, celle dont Stein a sous ce nom décrit plusieurs aspects (2). Au moment où nous avons commencé l'observation, le *Cercomonas* avait sa forme normale ; le corps était ovale ; le protoplasma hyalin, le noyau nucleolé central ou un peu antérieur ; au-dessous du noyau existaient quelques granulations réfringentes ; à l'avant, se trouvait un flagellum de la longueur du corps, légèrement aminci vers son extrémité ; à l'arrière, était traîné un second flagellum excessivement long ; son diamètre était aussi faible que celui du flagellum antérieur sans aucune différence appréciable dans toute la longueur.

A cet état, le *Cercomonas* progresse assez rapidement en tournant sur lui-même, à la manière d'un *Anisonema*, par exemple. Sous quelle influence éprouve-t-il les modifications qui vont suivre ? (Pl. II, fig. 10). Nous ne saurions le dire : peut-être y a-t-il réaction du protoplasma contre un milieu anormal comme dans les expériences de Zacharias : nous nous bornerons à noter qu'elles se sont produites à la suite d'une expulsion des aliments. Le *Cercomonas* s'arrêta un instant et rejeta brusquement, par rup-

(1) Dujardin. Histoire naturelle des Zoophytes. 1841.

(2) Consulter aussi : Saville-Kent. Manual of Infusoria.

ture de sa surface quelques-unes des granulations réfringentes qui se trouvaient à la partie postérieure du corps.

A partir de ce moment, les modifications se succédèrent rapidement ; un troisième flagellum se forma à côté du flagellum postérieur avec tous les caractères de finesse et de fixité ordinaires ; ensuite il se raccourcit légèrement en augmentant son diamètre, se rapprocha de l'autre et se fusionna avec lui à partir de la base. On pouvait suivre facilement cette fusion ; la fusion opérée, ce flagellum diminua de diamètre en affectant l'aspect d'un pseudopode hyalin gros et court ; un second, de même nature, poussa rapidement à côté et tous deux se fondirent encore ensemble pour s'étirer ensuite en flagellum ordinaire ; un gros renflement noduleux se rendit de la base à l'extrémité.

La série des modifications se termina de la manière suivante ; le flagellum revint à l'état de pseudopode et se déplaca perpendiculairement au corps, de la base vers la partie antérieure, pour revenir ensuite de la même façon à sa place ordinaire. Il se fusionna une troisième fois avec un second pseudopode de même nature et très rapidement s'effila en flagellum ordinaire.

Le *Cercomonas* avait repris sa forme normale ; il la conserva pendant une demi-heure encore que dura l'observation.

Il ne me paraît donc pas douteux : 1° Que les flagellums ne sont que du protoplasma condensé, ce qui rend bien peu probable l'existence dans ces organes d'une structure particulière autre que celle du protoplasma lui-même ; 2° Que les flagellums peuvent dériver directement de la transformation de pseudopodes, tandis qu'inversement un flagellum peut repasser à l'état de pseudopode. On ne peut donc dire, il semble, avec Kuntsler que « l'observation de ce qui se passe chez les Flagellés montre que pseudopodes et flagellums sont des organes bien distincts séparés par une longue évolution », et que « les liens qui les unissent sont peut-être moins étroits qu'on pourrait être tenté de le croire » (1).

(1) Kunstler. Recherches sur la Morphologie des Flagellés (Bull. scientifique du Nord de la France et de la Belgique, 1889, p. 423).

Les exemples de Flagellés qui, à certains moments, développent des pseudopodes ne sont pas rares ; l'un d'eux que l'on peut rapporter à l'*Heteromita ovata* Duj. dévaste fréquemment les cultures de *Spirogyra* ; Saville-Kent a observé une division longitudinale et l'introduction des aliments par n'importe quel point de la surface sur une espèce qu'il identifie également avec celle-là ; la détermination spécifique de ces espèces est très difficile.

Celle que nous avons observée pénètre à l'intérieur même des cellules de *Spirogyra;* on peut trouver une dizaine d'individus dans la même cellule, pressés les uns contre les autres ; leur corps a une forme ovale ; les deux flagellums sont de longueur différente ; il y a une vacuole antérieure ; le protoplasma est souvent coloré en vert par le contenu de la cellule de *Spirogyra* qui a été absorbé ; il renferme en outre des résidus rougeâtres de la digestion.

L'*Heteromita* peut, dans la cellule même, développer des pseudopodes et se diviser en deux pendant ce stade (Pl. II, fig. 9, *a*) ; la vacuole contractile est toujours visible et une oscillation complète se produit presque toutes les minutes.

D'autre fois, la zoospore perd ses cils et prend un contour arrondi ; il peut s'en trouver ainsi trois ou quatre pressées les unes contre les autres, avec leurs résidus rougeâtres et un protoplasma teinté de vert par les aliments (Pl. II, fig. 9, *b*).

Lorsque les cellules de *Spirogyra* sont épuisées, la zoospore perfore la paroi ; elle pousse à travers cette paroi un pseudopode hyalin qui se remue à droite et à gauche (*c*) ; on ne voit plus les flagellums ; ils ne reparaissent qu'après la sortie ; à ce moment, l'*Heteromita* présente des modifications de forme (*d*); concurremment avec les deux cils, se montre tantôt une mince nappe hyaline, tantôt de fins pseudopodes ; le corps est un instant globuleux, l'instant d'après, il s'aplatit en lentille.

Nous attribuons à cette espèce un kyste qui se rencontre assez souvent dans les *Spirogyra ;* il est sphérique ; un anneau épais

mamelonné et strié entoure un protoplasma granuleux (Pl. II, fig. 9, *e*)

Il ne faudrait pas désormais confondre tous ces Flagellés et faire des rapprochements non justifiés ; ainsi c'est bien à tort que l'on étudie ensemble les *Cercomonas*, les *Pseudospora*, les *Polytoma*, parce que les zoospores ont chacune deux cils.

Il serait plus naturel d'adopter les deux grandes divisions que nous avons proposées ; la première comprenant toutes les espèces qui se reproduisent par simple division ordinairement longitudinale ; la seconde comprenant toutes les espèces qui se produisent par sporanges.

Ce second groupe, celui des *Monadineæ Zoosporeæ* est, dans la série du développement, le plus rapproché du point de départ et se relie aux Rhizopodes par les Vampyrelles ; une modification dans le mode de nutrition a fourni un embranchement dans la direction végétale, vers les *Chlamydomonadineæ* et les *Volvocineæ* par l'intermédiaire du *Polytoma uvella*.

Le premier groupe, celui des Flagellés proprement dits comprend un très grand nombre de formes : il semble se détacher plus particulièrement des Amibes ; il doit renfermer toutes les espèces à simple division transversale ou longitudinale. Il y a là un vaste champ de recherches ; la distinction entre les espèces qui ont des sporanges et ceux qui en sont dépourvus est à peine ébauchée. Quoiqu'il en soit, ce groupe, comme le premier, fournit par une modification dans le mode de nutrition, un embranchement dans la direction végétale ; il comprend les *Polyblepharideæ*, les *Eugleneæ*, les *Cryptomonadineæ*, les *Péridiniens*.

Nous avons donné, ailleurs, la démonstration de ces affinités : nous n'avons rien de plus pour le moment à y ajouter.

I

Histologie des Vampyrelles

Les Vampyrelles ont été considérées jusque dans ces dernières années comme des êtres unicellulaires dépourvus de noyau.

Zopf en signale un, il est vrai, dans toutes les espèces. Il décrit le noyau des Vampyrelles comme unique et relativement gros : « bei allen Arten ist ein deutlicher, relativ grosser Kern nachweisbar. (1) »

Je pense d'après la fig. 27, E où Zopf a représenté une zoospore de *Vampyrella Spirogyræ* avec ce gros noyau central, que cet auteur a eu affaire à la *Nuclearia simplex*. Elle ressemble, en effet, à s'y méprendre à une Vampyrelle; même couleur rougeâtre du protoplasma, même forme générale du corps, même mode d'absorption des aliments: elle perfore les cellules d'algues pour en retirer le contenu. Mais tandis que dans les Vampyrelles il est impossible de découvrir aucune trace du noyau sur les individus vivants, dans la *Nuclearia* au contraire, le noyau est toujours facile à voir pendant la période d'activité; on l'aperçoit même au centre des kystes assez nettement ; sa structure est celle que l'on rencontre chez beaucoup de Flagellés; il est assez gros, possède un gros nucléole central, entouré par une zone plus ou moins large de protoplasma (2) ; cela correspond bien étroitement à la description du noyau des Vampyrelles donnée par Zopf; il me paraît évident que cet auteur a tout simplement attribué aux Vampyrelles le noyau unique des *Nuclearia* ; la certitude s'impose presque, lorsqu'on considère que Zopf dit des *Nuclearia*: « Den Amoeben von *Leptophrys vorax* (Cienk.) und den (bezuglich ihrer Stellung noch zweifelhaften) Nuclearien Cienkowski's kommen sogar mehrere resp. viele Kerne zu. »

Ainsi, Zopf d'une part attribue aux Vampyrelles la structure uninucléée des *Nuclearia* ; de l'autre, il considère les espèces de ce dernier genre comme multinucléées (3) ; avec ce point de départ,

(1) Zopf. Die Pilzthiere oder Schleimpilze (Handbuch der Botanik von Dr Schenck, Dritter Band, II Halfte, p 103).

(2) P. A. Dangeard. Recherches sur les organismes inférieurs (Ann. des sc. natur. 7e série, Bot., Tome IV p. 17).

(3) Cienkowski a bien, il est vrai, distingué la *Nuclearia delicatula* de la *Nuclearia simplex*, en ce que la première possède trois ou quatre noyaux ; j'ai déjà fait remarquer dans mes Recherches sur les organismes inférieurs, combien

et ayant vu d'un autre côté dans la *Vampyrella vorax* plusieurs noyaux, il en arrive à cette conséquence inattendue :

Le genre *Vampyrella* est divisé en deux ; l'un comprend les espèces multinucléées, c'est le genre *Leptophrys* qui renfermerait une espèce, *L. vorax*. Le genre *Vampyrella* est réservé aux espèces uninucléées ; il comprendrait toutes les autres espèces.

Plus récemment, Zopf décrit une nouvelle espèce de Vampyrelle ; il y constate la présence de plusieurs noyaux ; fidèle à sa classification, il la range dans les *Leptophrys*.

Pour qui a étudié les Vampyrelles, il ne saurait y avoir aucun doute sur la valeur de cette division ; jamais peut-être caractère générique n'a été mieux dessiné que chez les Vampyrelles.

J'ai, en 1886, étudié le développement des Vampyrelles, en donnant les renseignements bibliographiques nécessaires (1) : je n'ai pas à y revenir ; j'étudierai seulement ici la structure des noyaux, leur dispersion dans deux espèces.

1° **Vampyrella vorax** Cienk.

(Pl. II, fig. 11.)

Pour avoir le détail de la structure intime des noyaux dans cette espèce, il faut l'examiner après coloration dans un milieu tel que l'essence de girofle où le baume de Canada ; or, ce procédé exige une deshydratation énergique préalable, ce qui est bien difficile, sinon impossible sur quelques exemplaires isolés ; il faut agir sur de grandes masses. Aussi Zopf, qui a eu le mérite de découvrir les noyaux dans cette espèce, n'a-t-il pu voir autre chose que des corpuscules se colorant plus fortement que le protoplasma.

Le nombre des noyaux varie avec la taille des individus de 10 à 100 environ : c'est surtout dans les sporanges qu'il est

la *Nuclearia simplex*, lorsqu'elle est nourrie abondamment ressemble à la *Nuclearia delicatula* ; d'un autre côté, j'ai signalé une conjugaison. On est en droit de penser que ces gros noyaux nucléolés ont la même valeur que ceux des colonies d'*Actinophrys sol*; cette dernière espèce doit être cependant considérée comme uninucléée.

(1) P. A. Dangeard. *Loc. cit.*

possible de les étudier à la fin de la digestion, ou lorsqu'elle est complètement terminée. Nous avons opéré sur une culture très prospère, contenant des milliers d'individus; nous avons coloré à l'hématoxyline aqueuse, après une fixation à l'alcool absolu : les résultats obtenus ont été excellents.

Dans les sporanges où la digestion est déjà presque terminée, le protoplasma forme une couche assez dense qui tapisse intérieurement la paroi : le centre du sporange est occupé par du liquide qui baigne les aliments ou leurs résidus : c'est dans la couche pariétale que se trouvent les noyaux ; ils sont dispersés assez régulièrement (fig. 11, *a*, *b*, *e*) ; le protoplasma forme un grand nombre de mailles, circonscrivant des espaces vacuolaires; dans les mailles se trouvent un grand nombre de petites granulations ou microsomes. Les noyaux se trouvent à l'intersection des mailles (fig. 11, *c*) ; ils sont très petits : leur diamètre est généralement inférieur à 2 μ; il atteint quelquefois cependant jusqu'à 3 μ : ce noyau est nucléolé et sur les gros noyaux, le nucléole se détache bien ; il est arrondi, riche en chromatine comme l'indique la coloration intense qu'il prend au contact de l'hématoxyline ; une petite zone de protoplasma l'entoure : cette zone reste généralement incolore ; il n'est pas rare cependant de la voir se teinter uniformément sous l'action du colorant : son contour externe est alors d'une grande netteté et se détache bien du protoplasma cellulaire.

On retrouve ces noyaux avec les mêmes caractères dans les zoospores (fig. 11, *d*), et aussi dans les kystes (fig. 11, *f*).

2° **Vampyrella Spirogyræ** Cnk.

(Pl. II, fig. 12)

La recherche des noyaux est assez laborieuse dans cette espèce : nous n'avons plus là, en effet, un individu qui entoure complètement l'hôte et le digère sans généralement le fragmenter comme la *Vampyrella vorax*; dans ce dernier cas, le protoplasma

de la Vampyrelle est facile à distinguer des aliments. Il n'en est plus de même dans la *V. Spirogyrœ*; cette espèce appartient à notre second groupe, elle perfore le paroi des cellules nourricières et attire à son intérieur leur protoplasma avec les substances qu'il contient; le mélange se fait alors assez intimement ce qui gêne beaucoup l'observation.

Il faut opérer de toute nécessité sur des cultures épuisées où les aliments commencent à manquer; de cette manière, on obtient des sporanges favorables à l'observation; ces sporanges sont faciles à reconnaître; ils sont le plus souvent complétement sphériques; leur diamètre est de 18 à 24 μ environ.

Les noyaux sont encore disposés dans la couche superficielle du protoplasma; leur nombre est de 15 à 20 dans chaque sporange: ils ont la même structure que dans l'espèce précédente, mais sont généralement plus petits (fig. 12); le nucléole se montre souvent comme un petit point noir; d'autres fois, il est plus gros, mais nous n'avons jamais vu sa taille atteindre celle du nucléole de *V. vorax*. Il n'est pas facile de voir la zone de protoplasma qui entoure ce nucléole; on ne peut guère compter que sur le hasard d'une bonne préparation: son existence n'est pas douteuse cependant: nous avons vu cette zone plusieurs fois se détacher nettement du protoplasma environnant. Cette description n'a guère de rapports avec celle que donne Zopf de la même espèce; on sait qu'il aurait vu un gros noyau central. Nous avons assez étudié les Vampyrelles pour affirmer l'exactitude de notre détermination et nous affirmons aussi énergiquement la présence de plusieurs petits noyaux analogues à ceux de la *V. vorax*.

Nous avons dit précédemment que Zopf avait probalement eu sous les yeux une *Nuclearia*; le développement des espèces de ce genre est bien différent de celui des Vampyrelles; on peut se reporter à la description que nous en avons donnée.

En résumé, le genre *Vampyrella* ne doit pas être divisé en deux, selon la présence d'un ou de plusieurs noyaux; les Vampyrelles sont multinucléées: le nombre des noyaux varie de 10 à 100: ces noyaux sont nucléolés: leur grosseur moyenne est de 2 μ. Les

Nuclearia ne possèdent en général qu'un gros noyau nucléolé central.

Il y aurait de nombreuses remarques à faire sur le travail de Zopf: au milieu de très bonnes observations s'en trouvent d'autres qui le sont moins: nous ne dirons rien de son groupe des « pilzthiere » tel qu'il le comprend : les Myxomycètes s'y coudoient avec les Flagellés (Monadineæ zoosporeæ), ces dernières avec des Rhizopodes (amibes et Vampyrelles). La classification que nous avons proposée est antérieure à la sienne, bien qu'il n'ait pu sans doute en tenir compte (1); elle est exposée dans nos travaux, elle se défendra seule.

Nous devons cependant appeler l'attention sur quelques points. Zopf décrit la germination du *Pseudospora nitellarum ;* or, il ne saurait y avoir à cet égard la moindre confusion ; la priorité de notre observation (2) est incontestable ; nous ajouterons que c'est à tort que Zopf a créé pour cette espèce le genre *Diplophysalis* ; les caractères de ce genre sont fondés sur le nombre des tuniques; or, ce caractére est on ne peut plus variable dans les *Pseudospora* et en particulier dans le *P. nitellarum.* Nous avons fait remarquer, avant le travail de Zopf, qu'il y avait de une à trois tuniques; cela est dû à plusieurs contractions successives du protoplasma qui se recouvre chaque fois d'une membrane.

Nous avons dit également dans le travail de 1886, que certains kystes présentaient une tunique interne avec aspérités (3) ; ces caractères que nous avons considérés comme une variation sans importance des kystes de *Pseudospora nitellarum* ont servi à Zopf à distinguer une espèce nouvelle sous le nom de *Diplophysalis stagnalis* ; cette espèce est-elle bien viable? Une réponse définitive ne peut être donnée qu'à la suite de nouvelles études très longues et très délicates: malgré beaucoup de soin, il nous était impossible de distinguer spécifiquement les formes qui habitaient les *Spirogyra*, les *Cladophora*, les *Nitella* ou les *Chara*.

(1) Notre travail a paru à la fin de l'année 1886 ; celui de Zopf, en 1887.

(2) P. A. Dangeard. *Loc cit.* p. 28.

(3) Cet aspect est représenté dans notre travail, pl. 12, fig. 9.

A la classification des Vampyrelles en deux groupes fondés sur le mode de nutrition, que nous avons donnée en 1886, il y aurait lieu d'ajouter les espèces suivantes.

1er GROUPE

Les Vampyrelles du premier groupe entourent complètement l'hôte, l'englobent de leur protoplasma et le digèrent ensuite.

Aux espèces déjà connues et décrites (*V. vorax* Cnk, *V. Euglenæ* Dang., *V. Kleinii* Dang.), il faut ajouter la *V. Kutzingii* décrite par Zopf sous le nom de *Leptophrys* (1).

Cette espèce est voisine de la *V. vorax;* elle se nourrit, comme cette dernière de Desmidiées et de Diatomées, etc.; les caractères différentiels résident dans l'absence de paramylon soit dans la zoospore, soit dans le kyste, dans le mouvement des zoospores, dans le double contour du sporange; le kyste n'est pas connu; cette espèce n'est peut-être qu'une variation de la *V. vorax* qui est extrêmement polymorphe.

Une autre espèce bien remarquable a été décrite par Sorokin (2); elle vit sur les Euglènes qu'elle englobe de son protoplasma; mais elle se distingue de *toutes* les espèces connues par ses sporanges qui donnent naissance à un *grand nombre* de très *petites* zoospores; il serait intéressant de retrouver cette espèce et de l'étudier à nouveau.

2e GROUPE

Les Vampyrelles du deuxième groupe perforent la paroi des cellules nourricières et attirent les aliments à leur intérieur; leur sporange est extérieur à l'hôte.

Ce sont les *V. Spirogyræ* Cnk. *V. variabilis* Kl., *V. pendula* Cnk, *V. inermis* Kl., *V. pedata* Kl., *V. Gomphonematis* Haeck.

Il y aurait peut-être lieu de considérer un troisième groupe intermédiaire aux précédents pour la *V. multiformis* Zopf (3);

(1) Zopf. Untersuchungen über Parasiten aus der Gruppe der Monadinen, p. 23.

(2) Consulter: Sorokin. Matériaux pour la flore cryptogamique de l'Asie centrale (Revue mycologique, nº 42, 1889).

(3) Zopf. Die Pilzthiere, *Loc. cit.*, p. 107.

cette espèce très remarquable pénètre à l'intérieur même des cellules de Desmidiées ou de *Chlamydomonas* et y forme son sporange. D'autres fois, après s'être nourrie à l'intérieur de la cellule, elle va former ce sporange à l'extérieur ; il est alors extrêmement irrégulier. Beaucoup de kystes, au lieu de n'avoir qu'une seule spore, en possèdent de deux à quatre sous une membrane commune.

V

1° Réponse à M. Kunstler

M. Kunstler vient de publier un mémoire ayant pour titre: Recherches sur la morphologie des Flagellés (1). Comme je le prévoyais, l'auteur nous donne quelques explications sur son travail de 1882 (2) travail dont j'ai relevé les erreurs, il y a quelque temps déjà (3).

Ces erreurs, M. Kunstler les reconnaît; il les attribue à son « inexpérience du dessin » à « l'absence de maître, de direction » à « la pénurie de livres et d'instruments » « à l'exécution hâtive » les défectuosités de son travail seraient dues, dit-il, souvent à ce que « dans son inexpérience du dessin, il se croyait forcé de régulariser, de corriger la nature, de généraliser et de schématiser » (4).

Est-il facile de comprendre, qu'à la suite d'un tel aveu qui corrobore si bien ce que nous avions dit nous-même avec la plus grande modération, M. Kunstler vienne se livrer sur notre compte, non seulement à des critiques malveillantes qui pourraient s'expliquer, mais aussi à de véritables commérages ?

Occupons-nous d'abord de répondre aux critiques qui s'adressent à l'exactitude de nos observations ; il n'est pas inutile

(1) Kunstler. Bull. sc. de la France et de la Belgique, 1889.

(2) Kunstler. Contribution à l'étude des Flagellés (Bull. soc. Zool. de France. 1882)

(3) P. A. Dangeard. Recherches sur les *Cryptomonadinœ* et les *Euglenœ* (Le Botaniste, 1re Série, septembre 1888)

(4) Kunstler. *Loc. cit.* p. 399.

au préalable, pour saisir la valeur de ces critiques et l'esprit qui les anime, d'étudier leur auteur dans ses propres productions.

Je n'ai pas à rappeler ici son trop fameux mémoire sur le *Kunckelia gyrans*, qui n'était, dit-on, qu'une larve de Cercaire ou de métazoaire quelconque (1) : ces mésaventures peuvent arriver à tout le monde. Je ne veux même pas insister sur les raisons sérieuses qui me font croire que son *Dumontia libera* de 1889 (2) n'est autre chose qu'un vulgaire Rhizopode ayant ingéré une navicule ou autre Diatomée ; j'ai rencontré bien des fois cet aspect dans les eaux saumâtres de Courseulles et il était certainement dû à la présence d'une Diatomée : si cette réserve était confirmée, ce serait vraiment une guigne noire pour l'auteur.

Bornons-nous au travail de 1882 sur les *Cryptomonas*. En 1882, M. Kunstler décrit un appareil digestif très complet : à l'intérieur de l'estomac, les substances nutritives perdent leur forme, se réduisent en une pâte et diminuent de quantité, c'est-à-dire qu'elles y sont digérées ; elles passent dans l'intestin dont le diamètre varie avec la quantité des résidus ; ces derniers sont expulsés par l'intermédiaire d'une ampoule anale postérieure : il n'est pas jusqu'au *Phacus pleuronectes* qui avait lui aussi son estomac et son intestin : il existerait dans les *Chlamydomonas* un canal étroit percé dans la membrane du corps, qui part de la base des cils pour aller s'élargir en poche au-dessus du noyau.

Malgré l'abondance des détails donnés, tout cela était faux.

En 1882, M. Kunstler outre les deux flagellums, décrit de nombreux filaments servant à la préhension des aliments solides.

En 1889, M. Kunstler est bien obligé de reconnaître que ce sont là des apparences morbides.

En 1882, M. Kunstler attribue au noyau le rôle de former des embryons : il décrit une chambre incubatrice et suit, pas à pas, minutieusement, le développement de ces germes ; il assiste à la

(1) Butschli. Zool. Anzeiger, 1882, et Kunstler. Réponse à O. Butschli. (Zool. Anz. 1883, p. 168).

(2) J. Kunstler et A. de Lustrac. Sur le *Dumontia libera* nov. sp. (Bull. scient. de la France et de la Belgique, p. 293).

formation du tube digestif et représente les divers stades de ces embryons ; on croirait avoir affaire à un vertébré supérieur.

En 1889, M. Kunstler avoue qu'il a été trompé par un parasite, et il se couvre de l'opinion de Stein. Je sais fort bien à quoi m'en tenir sur ces parasites, puisque c'est moi qui ait créé pour eux le genre *Sphœrita* (1). Mais, je le dis énergiquement, rien dans l'aspect de ce parasite, à ses divers stades, n'autorise le développement embryogénique donné par M. Kunstler ! Si nous ne l'avons pas écrit plus tôt, c'est par suite d'une modération dont l'auteur aurait pu nous savoir gré. On s'explique bien maintenant les aveux précieux que nous avons obtenus !

M. Kunstler conteste l'utilité de notre Notice ; mais, pour avoir ses aveux, au lieu de dix pages, j'en aurais écrit cinquante et je n'aurais perdu ni mon temps ni mon encre.

Quelques citations montreront comment M. Kunstler entend la critique.

« M. Dangeard, dit-il (2), vient de découvrir de nouveau l'état palmelloïde du *Cryptomonas polymorpha* vu par Cienkowski, il y a longtemps. » A cela, j'ai à répondre que c'est seulement chez le *Cryptomonas ovata* que Cienkowski a trouvé l'état palmelloïde et j'ai si peu cherché à lui enlever le mérite du fait que j'ai écrit à la partie bibliographique : « Cienkowski étudie avec beaucoup de soin le *Crypt. ovata* ; il décrit des formations palmelloïdes et un enkystement, ce qui le conduit à comparer ces êtres aux Palmellacées (3). »

Ailleurs, M. Kunstler emploie encore le même procédé : J'ai avancé, dit-il (4), que ces êtres avalaient de petits corps servant *peut-être* à leur nourriture. Butschli fait remarquer que je suis seul de mon avis, et Fisch m'oppose une dénégation. M. Dan-

(1) P. A. Dangeard. Recherches sur les organismes inférieurs (Annales des sc. nat., 7e Série. Bot. T. IV).

(2) Kunstler. *Loc. cit.*, p. 494.

(3) P. A. Dangeard. *Loc. cit.*, p. 6.

(4) Kunstler. *Loc. cit.*, p. 475.

geard, qui n'a pas vu la poche, dit qu'il n'y entre rien. » Or, j'ai écrit (1) : « On distingue assez rarement dans le *C. erosa* la disposition qui a conduit M. Butschli à décrire un pharynx ; elle est au contraire *générale* ou à peu près dans les individus un peu forts de la seconde espèce. » J'ajouterai que cette poche, à laquelle M. Kunstler accorde tant d'importance, est déjà très réduite dans les gros individus de *C. erosa* et disparaît complétement dans les petits. On n'en voit aucune trace dans une espèce bleue du même genre que j'ai rencontrée tout récemment.

Non, certainement non, cette poche n'est point destinée à l'introduction d'aliments solides, ni à une digestion quelconque ; j'ai examiné depuis deux ans des milliers et des milliers d'individus : je n'ai jamais vu rien qui pût permettre de supposer un tel rôle : si M. Kunstler l'admet encore avec un peut-être, c'est sans doute parce qu'il ne veut pas que sa déroute ressemble à une fuite.

Dans un autre passage, M. Kunstler dit : (2)

« M. Dangeard qui décrit, chez le C. *erosa*, de l'amidon en bâtonnet, a peut-être, malgré ses opinions, fait allusion aux baguettes de la poche, car s'il ne s'agit pas d'elles, il n'y a pas d'autres bâtonnets d'amidon chez aucune espèce de Cryptomonadiens et surtout chez le *C. erosa*. » Et bien, cette affirmation est encore fausse : le *C. erosa* renferme de l'amidon en bâtonnets et en granules, comme je l'ai avancé ; les granules se trouvent dispersés sous les chromatophores comme dans les autres espèces, les bâtonnets occupent le milieu du corps : il y en a quatre ou cinq. J'ajouterai de plus que je viens de reconnaître qu'ils sont formés à la surface du gros corpuscule dorsal qui est par conséquent un pyrénoïde, et a même structure et mêmes fonctions que dans les autres algues.

M. Kunstler prétend que nous n'avons rien vu de nouveau. Or, il se garde bien de parler de l'explication que nous avons donnée des variations de coloration des *Cryptomonas*. Il oublie de dire que nous avons obtenu la germination des kystes ; or, ceux qui

(1) P. A. Dangeard. *Loc. cit.*, p. 9.
(2) Kunstler. *Loc. cit.* p. 470.

s'occupent d'infiniment petits savent combien sont longues et difficiles ces sortes d'observations. M. Kunstler faisait jouer au noyau le rôle que l'on sait dans la reproduction sexuelle : or, nous avons établi qu'il y avait là un parasite appartenant à notre genre *Sphaerita* ; n'est-ce pas là un fait important ? Nous avons repris l'idée d'affinités végétales, attribuée par Cienkowski aux *Cryptomonas* ; il nous fallait un certain courage pour le faire, après les affirmations de M. Kunstler, affirmations dont il vient de reconnaître l'inexactitude : n'était-ce pas intéressant ? Et la confirmation de la nature cellulosique des membranes, découverte par Strasburger (1) n'était-elle pas utile, alors surtout que les résultats de ce dernier nous étaient restés inconnus ! Ne vient-elle pas témoigner à sa manière en faveur de l'exactitude de nos observations ? Les formations palmelloïdes avaient été vues par Cienkowski dans le *C. ovata* : nous avons montré qu'elles existaient également dans le *C. erosa* ; était-ce superflu ?

A propos de cette dernière espèce, M. Kunstler s'exprime ainsi : « Dans son étude des Cryptomonadiens, M. Dangeard a pris pour type le *C. erosa*. Jamais choix ne fut plus malheureux. Cette petite espèce, à structure élémentaire, est dépourvue de l'intérêt qui s'attache aux grandes formes voisines : ses dimensions minuscules rendent de plus son observation approfondie des plus ardues (2) ». Si M. Kunstler est si fort en colère contre le *C. erosa*, c'est parce qu'il dérange tous ses plans. Il est clair comme le jour que dans le *C. erosa* aucun aliment solide ne pénètre dans le protoplasma et M. Kunstler, malgré les doutes de Butschli (3), les dénégations de Fisch (4) et les miennes persiste à vouloir que le *C. ovata* avale des organismes divers ! *inde iræ* ! Que dira-t-il donc d'une autre espèce du *même genre*, que sa couleur d'un beau bleu, comme certaines oscillaires, nous fait

(1) D'après Butschli. *Loc. cit.* p. 796.

(2) Kunstler. *Loc. cit.*, p 400.

(3) Butschli. *Protozoa*, p. 866.

(4) Fisch. Untersuchungen über einige. Flagellaten (Zeitschr. fur wiss. Zool. T. 42, 1885).

désigner sous le nom de *C. cyana* sp. nov.? Chez cette dernière, la simplicité de structure est encore plus grande que dans *C. erosa*.

Nous arrivons maintenant aux commérages. M. Kunstler ne dit-il pas de ses adversaires (1). « Quelques-uns et des plus vifs cherchaient à se créer des sympathies utiles. » Si cet auteur a voulu me viser, il s'est grandement trompé ; lorsque j'ai publié ma note préliminaire dans le *Bulletin de la Société Botanique* (24 février 1888), non seulement, je n'avais pas l'honneur de le connaître, mais encore, j'étais assez loin de me douter qu'il fût professeur à la Faculté de Bordeaux.

M. Kunstler termine son travail par un coup de pied final donné assez maladroitement du reste. « Le désir d'augmenter ses imprimés, dit-il, en parlant de nos publications, — nombre déjà si grand, qu'en un ou deux ans, à peu près tout le domaine de la Botanique y a été touché, — est-il une excuse suffisante ? »

M. Kunstler « schématise » et « corrige » encore une fois la nature.

En effet, en 1883, nous étions nommé préparateur à la Faculté de Caen ; un peu plus de trois ans après, en décembre 1886, nous étions reçu docteur à la Faculté de Paris avec une thèse « Recherches sur les organismes inférieurs » ; cette thèse, avec quelques recherches inédites, obtenait l'année suivante le prix Desmazières *ex æquo* à l'Académie des Sciences. Nous avions été nommé en 1886 chef des travaux de Botanique ; en 1887, notre maître, M. Morière, était mis à la retraite, et M. Lignier, préparateur à la Faculté de Lille, venait le remplacer comme chargé de cours (2). On voit ce que valent les « *un ou deux ans* » de M. Kunstler.

Nous avons, dans notre thèse, posé les bases d'une nouvelle classification des animaux et des végétaux (1886) ; depuis lors, nous l'avons complétée par d'incessantes recherches. Elle a été l'objet de diverses critiques ; c'était inévitable ; mais personne n'a contesté son caractère personnel et les nombreux développements

(1) Kunstler. *Loc. cit.* p. 399.

(2) J'ajoute, pour achever d'édifier M. Kunstler à mon sujet, que je suis dans l'enseignement depuis douze ans.

suivis chez les Rhizopodes, les Flagellés, les Algues, les Champignons. Or, voici ce que M. Kunstler vient nous dire en 1889 (1):

« M. Dangeard est arrivé à cette conclusion que le critérium fondamental séparant le règne animal du règne végétal résidait dans le mode de nutrition. Je suis d'autant plus disposé à accepter en partie cette théorie que je l'ai publiée plusieurs années avant lui... Je me suis efforcé de l'asseoir sur une étude complète de l'évolution, de la structure, aussi bien que du mode d'existence ».

Je demande à M. Kunstler où il a pu asseoir ainsi sa théorie ; à coup sûr, ce n'est pas dans son travail de 1882 où il fabrique des appareils digestifs chez les *Cryptomonas*, les *Trachelomonas*, les *Chlamydomonas* ce qui est souverainement ridicule ; je n'y trouve par contre aucun essai de classification. Si cet essai eût existé,M. Kunstler n'aurait pas attendu trois ans pour réclamer. Où était-il donc lorsque les objections orales et écrites nous étaient soumises de tous côtés ? Sa réclamation tardive est pour nous le signe précurseur d'un heureux revirement dans l'opinion des naturalistes : rien de plus.

Si notre réponse s'arrête ici, notre tâche n'est pas terminée: nous allons reprendre l'étude des Cryptomonadiens. Nous avons réussi en réfutant une première fois les erreurs commises par M. Kunstler en 1882 ; nous passerons au même crible son travail de 1889, sans parti pris et sans autre souci que celui de la vérité.

2° Les Cryptomonadinées, leurs affinités

Les matériaux de cette nouvelle étude ont été récoltés au commencement de cette année aux environs de Luc-sur-mer et aussi dans le Jardin Botanique de la Faculté de Caen ; nous avons eu à notre disposition le *Chilomonas paramœcium*, le *Cryptomonas erosa*, le *C. ovata*. Le premier a été bien étudié par Fisch ; nous n'avons pas y revenir.

(1) Kunstler. *Loc. cit.* p. 476.

Examinons d'abord avec quelques détails le *C.ovata* (Pl. II, fig. 13-23).

Les zoospores de cette espèce varient extrêmement en grosseur ; elles présentent même selon la grosseur des différences légères de forme et de structure; on conçoit que ces différences dans la même espèce, soient d'une importance bien faible au point de vue biologique.

Dans notre premier travail, nous avions en vue l'ensemble du développement : ici, nous nous attacherons de préférence à la structure : nos descriptions s'appliqueront donc aux formes les plus grosses de préférence.

Les zoospores sont ovales ou elliptiques dans leur contour général; en section transversale (fig 14), on voit qu'elles ont une face dorsale convexe et deux côtés l'un droit, l'autre gauche, le premier étant plus prononcé; le bord gauche étant plus élevé que le bord droit, le profil général des zoospores présente une échancrure antérieure (fig. 13,*a*,*b*,*c*); la face ventrale est concave. On observe de très grandes variations individuelles; le plus souvent la section est beaucoup plus aplatie (fig. 23); d'autre fois, elle est presque complétement sphérique. La concavité de la face ventrale est de même plus ou moins prononcée; elle débute par une plage antérieure dont le contour est bien indiqué (fig. 13,*d*); elle se retrécit et disparaît vers la partie postérieure du corps.

Les deux flagellums s'insérent sur la plage antérieure, plus près du bord droit (fig. 13, *a*,*b*,*c*,*d*,*e*); ils ont une longueur égale à celle du corps et leur diamètre est sensiblement le même dans toute leur longueur : nous n'avons pu y découvrir en général aucune trace de structure particulière: leur nature de protoplasma homogène est bien d'accord avec leur valeur morphologique puisqu'ils représentent des pseudopodes étirés et fixés dans leur forme. M. Kunstler les décrit comme étant formés par une série de nodules en chapelet recouverts par une membrane. Fisch aurait vérifié son observation. En réalité, Fisch dit avoir vu une fois cet aspect et il est porté à l'attribuer à l'action des réactifs. Nous avons revu cet aspect noduleux, autant

de fois que nous avons voulu, sur des individus osmique, conservés dans l'alcool glycériné et traités par l'*encre ordinaire*. On doit se demander si cette apparence n'est pas le résultat des contractions et des dilatations produites par le traitement. La membrane du corps est excessivement mince ; elle est incolore; il est impossible souvent d'y déceler une structure particulière; cependant, parfois elle se montre striée; il n'est pas impossible qu'elle puisse se résoudre en fines granulations reliées entre elles par un ciment; elle est d'ailleurs poreuse et laisse exuder presque en tout temps un fin mucilage; contrairement à ce qui est admis, nous pensons qu'il n'y a aucune solution de continuité à la partie antérieure au niveau de la plage d'insertion des flagellums.

Dans la concavité ventrale, se trouve la poche ou pharynx des auteurs; en réalité, c'est un sillon qui continue la plage antérieure à une hauteur variable (fig. 13, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*); il est souvent très étroit; il va s'enfonçant plus ou moins, et se termine au niveau du noyau ; il descend quelquefois jusqu'au nucléole ; il limite à sa face interne et sur ses côtés le protoplasma. Nous avons hésité assez longtemps avant de savoir si la membrane du corps ne tapissait pas exactement ce sillon sur les individus vivants ; sur les individus tués par les réactifs, la membrane circonscrit une cavité ayant un contenu aqueux (fig. 14). D'après cette description, on voit qu'il y a là un véritable *sillon ventral* et c'est le nom que nous lui donnerons ; ses parois, qui ont la forme d'un cylindre coupé suivant son diamètre, sont épaisses ; de face, elles montrent un grand nombre de petites sphères pressées les unes contre les autres ; en réalité ce sont tout autant de petits cylindres. M. Kunstler croit que ce sont des bâtonnets d'amidon ; Butschli pense que c'est du protoplasma condensé ; Fisch n'a pu obtenir la réaction amylacée de ces granulations dans le *Chilomonas paramœcium*. Je n'ai pas été plus heureux dans le *C. ovata* ; il semble donc bien que l'on doive se rallier à l'opinion de Butschli. Le sillon ventral ainsi structuré conserve souvent son faible diamètre en haut et en bas (fig. 13, *g*);

d'autrefois, il s'élargit en se continuant vers la plage antérieure à laquelle il se joint plus ou moins haut (fig. 13, *d*, *e*, *f*).

Sous la membrane du corps, se trouvent deux chromatophores de couleur vert-olive décrits par Butschli ; leur épaisseur, assez grande sur les gros individus, devient très faible sur les petits. Comme l'indique la fig. 14, ils sont séparés à la partie dorsale par un espace étroit qui se présente, vu de face, avec des sinuosités (fig. 13, *h*) diverses et sans importance ; à la face ventrale, ces deux chromatophores sont également interrompus dans toute la plage antérieure où s'insèrent les cils ; ils sont encore interrompus mais moins largement séparés à partir du bord droit du sillon granuleux, jusqu'à la partie postérieure du corps.

C'est un aspect de cette interruption (fig. 13, *b*, *c*) qui a conduit, pensons-nous, Kunstler à décrire une bouche en fente très allongée ; c'est également peut-être cette interruption qui lui a produit l'effet d'un tube communiquant avec le sillon granuleux (fig. 13, *b*, *c*) ; c'est du moins la seule explication plausible pour nous (1).

Les chromotaphores sont constitués par du protoplasma condensé, imprégné de chlorophylle : c'est en effet dans les couches externes du protoplasma qui correspondent à l'ectosarque que se localise la chlorophylle chez les algues inférieures : cette disposition est déjà prononcée chez les *Chlamydomonas* : elle l'est encore davantage chez le *Pyramimonas Tetrarynchus* (2). Dans les préparations ordinaires, après fixation à l'acide osmique et coloration à l'hématoxyline ou au picro-carmin, ces chromatophores montrent une structure striée ; sous l'action de l'acide acétique, de l'acide chromique, ils se gonflent et leur substance montre des striations grossières longitudinales (fig. 17) ; cela correspond à des différences de densité dans la masse. On conçoit que la réaction du réactif sur un protoplasma vivant soit suffisante pour amener ces différences d'homogénéité, de tassement ; d'un autre côté, ils peuvent

(1) C'était aussi à une semblable confusion que Butschli (*Loc. cit.*, p. 707) attribuait les premières erreurs de Kunstler sur ce sujet.

(2) P. A. Dangeard. Mémoire sur les algues. (Le Botaniste, 1re série.)

tenir aussi à un épaisissement graduel par apposition, ce qui est naturel. M. Kunstler, qui admet cette apposition, décrit deux ou trois couches régulières dans ces chromatophores : il aurait vu de plus une série de logettes ou de fentes subdivisant la masse perpendiculairement à sa surface. Je n'ai rien aperçu de semblable, malgré des observations très attentives. D'un autre côté, je ne m'explique guère pourquoi M. Kunstler regarde les chromatophores comme faisant partie des téguments ; à mon avis, l'erreur est de même nature que celle qui consisterait à regarder le ruban chlorophyllien d'un *Spirogyra* comme constituant avec la paroi un système tégumentaire !

Les chromatophores limitent l'endosarque : ce protoplosma est vacuolaire : il renferme à la partie postérieure du corps un noyau ; sous les chromatophores, de l'amidon, et en diverses parties du corps des globules oléagineux.

Le noyau peut être facilement étudié, en employant la technique ordinaire ; son contour se sépare nettement du protoplasma ambiant : il est généralement allongé suivant l'axe même du corps ; il possède un gros nucléole, souvent excentrique, absorbant avec avidité les colorants, à structure homogène : la zone de protoplasme qui entoure le nucléole se colore également bien par les réactifs : sa substance était dense sur les nombreux individus étudiés : j'ai vu cependant quelquefois de petites vacuoles (fig. 21, *a*). Je montrerai, dans un autre travail, que le noyau est en général susceptible de présenter dans le cours de l'existence d'une seule cellule de nombreuses modifications ; il ne faut pas considérer tel aspect comme devant se rencontrer nécessairement chez tous les individus d'une même espèce et *a fortiori* comme un caractère distinctif.

L'amidon est produit dans la couche de protoplasma qui tapisse intérieurement les chromatophores (fig. 14) ; il existe là des leucites qui s'imprègnent d'amidon pendant la journée et l'abandonnent pendant la nuit. Il est faux que cette production soit liée à une ingestion d'aliments comme le pense Kunstler : ce mode de nutrition n'existe pas. Les granules d'amidon sont parfois assez gros, pressés les uns contre les autres, polyédriques ; d'autres

fois, ils sont plus petits et plus nombreux. Si la préparation est montée à la glycérine, on voit les grains d'amidon (fig. 15, à droite) ; si le milieu conservateur est le baume de Canada, on voit les trabécules protoplasmiques qui les entourent (fig. 15, à gauche).

Les corpuscules huileux sont de plusieurs sortes : les uns occupent une position déterminée ; les autres une position variable ; parmi les premiers, s'en trouvent deux dans le C. *ovata*, au milieu du corps, derrière le sillon granuleux ; leur grosseur est très variable selon les individus ; ils sont rapprochés l'un de l'autre. Aussi Kunstler pense-t-il qu'ils proviennent d'une division : rien n'autorise cette interprétation contre laquelle proteste leur nature même. On trouve encore des corpuscules semblables au-dessus de la vacuole contractile et aussi sur l'un des côtés du sillon, comme le dit bien Kunstler ; d'autres se rencontrent, selon les individus, disséminés un peu partout, surtout à la partie inférieure du corps. Ces corpuscules noircissent sous l'action de l'acide osmique ; ils sont au moins partiellement solubles dans l'alcool : ils ne se colorent pas par le picro-carmin et l'hématoxyline ; leur nature oléagineuse me paraît certaine. M. Kunstler les prend pour des globules de protoplasma ; il compare à des pyrénoïdes les deux corpuscules dorsaux. J'ai reconnu que, dans le *C. erosa*, il y avait un gros pyrénoïde dorsal, fabriquant de l'amidon en bâtonnet à sa surface ; je ne vois pas pourquoi je n'aurais pu arriver au même résultat dans le *C. ovata*, si la même disposition se fût présentée. Assez rarement ces corpuscules se sont montrés sous l'aspect d'un anneau creux, fait signalé par Kunstler ; c'est, je pense, un état de digestion de ces corpuscules.

Le protoplasma jouit encore de la faculté de sécréter un mucus gélatineux; je crois que cette sécrétion se fait normalement même sur les individus actifs. Dans le *Glenodinium cinctum*, un Péridinien, une sécrétion analogue se produit, et on peut voir en colorant que les individus actifs avec leurs flagellums sont souvent entourés d'une atmosphère de ce mucus. Si les *Cryptomonas* restent fixés, cette sécrétion les entoure bientôt d'une couche épaisse qui présente des stries concentriques ; c'est cette substance

gommeuse qui réunit toutes les cellules d'une colonie palmelloïde ; c'est elle également qui souvent réunit les kystes en une seule masse. Or, lorsqu'on fait agir un acide, par exemple l'acide acétique, sur les *Cryptomonas*, il se produit fréquemment et très brusquement de longs filaments rayonnants (fig. 17) ; leur aspect est variable et nous n'allons pas nous attarder à décrire les formes qu'ils prennent. On a fait beaucoup d'hypothèses sur leur nature ; une très amusante est celle de M. Kunstler qui leur avait attribué un rôle dans la préhension des aliments. Ces filaments sont tout simplement, il me semble, une filtration brusque de la substance gélatineuse au travers de la membrane sous l'influence du réactif irritant.

La vacuole contractile est située à l'avant dans l'épaisseur du bord gauche : elle débute par une cavité unique qui va en s'élargissant jusqu'à une taille maximum ; puis brusquement, le protoplasma se contracte et chasse l'eau ainsi accumulée ; souvent aussi, il se forme plusieurs petites vacuoles secondaires qui se déversent ensuite dans une vacuole médiane. Non seulement je ne puis confirmer l'existence d'une membrane structurée et d'un canal tapissé par la cuticule, comme l'admet Kunstler, mais je ne pense même pas que le liquide de la vacuole contractile puisse être rejeté au-dehors. Nous avons vu chez la *Podophrya* un argument décisif contre cette prétendue expulsion de liquides à l'extérieur : il doit en être de même un peu partout. On conçoit d'ailleurs difficilement une perte aussi régulière d'eau pour l'organisme qui serait obligé d'en reprendre une égale quantité dans le milieu ambiant.

Le rôle de la vacuole contractile est tout autre : elle paraît destinée à opérer un mélange incessant des liquides mêmes de la cellule. Dans le cas présent, il semble que cette eau, à chaque systole, soit reprise par le sillon granuleux ventral et conduite ainsi jusqu'à l'extrémité postérieure du corps : elle est ensuite dirigée sur les côtés et revient à la vacuole ; j'ai vu, en effet, plusieurs fois se produire à l'extrémité postérieure du sillon gra-

nuleux, à la suite d'une systole, une sorte de réservoir qui se vidait ensuite lentement (fig. 19).

Cette interprétation aurait l'avantage, si elle était exacte, de nous expliquer le rôle du sillon granuleux ; ce sillon granuleux ne serait utile que dans les grandes formes pour mettre en relation deux parties éloignées d'une même cellule. Il diminue d'importance dans les formes plus petites et disparaît même complétement dans certaines d'entre elles où il est inutile.

Ces gros individus se divisent rarement à l'état libre : nous avons trouvé quelquefois l'indice de cette division : la fig. 13 *g*, nous montre une zoospore qui a perdu son assymétrie et possède déjà deux gros noyaux nucléolés : la fig. 18 est un schéma de la disposition prise pendant cette division. Bien que nous ne l'ayons pas vu, nous pensons que chaque zoospore emporte un flagellum ancien, tandis qu'un second s'ajoute au premier par nouvelle formation : c'est du moins à cette interprétation que nous conduit la comparaison avec le *Pyramimonas Tetrarynchus.* Il serait intéressant de la vérifier.

Nous avons dit que les *Cryptomonas* renferment des germes endogènes parasites ; ils peuvent être rangés dans le genre *Sphærita* Dang.; on en trouve de un à trois dans le même individu (fig. 20) ; ils occupent une position variable. Généralement, le parasite, s'il est unique, occupe la partie postérieure du corps, au voisinage immédiat du noyau. Il grossit et le noyau s'applique exactement contre lui en se déformant : ces germes sont peu sensibles aux réactifs colorants. Lorsqu'ils arrivent à maturité, la cellule des *Cryptomonas* est complétement déformée ; les chromatophores sont d'une grande minceur et confondus : le sillon granuleux a disparu ou n'a laissé que des traces a peine visibles : les flagellums sont rejetés plus ou moins sur le côté ou vers l'avant. Dans le *C. ovata*, ces germes présentent, au moment de la formation des zoospores, une structure radiée très nette qui n'existe pas ailleurs ; elle est due à une orientation suivant le rayon des globules oléagineux des zoospores. Brusquement, le protoplasma du *Cryptomonas* se déchire et le sporange se trouve projeté à l'exté-

rieur ; les zoospores se dégagent ; elles s'agitent, s'amincissant à leurs deux extrémités, puis prennent la forme d'un bâtonnet ayant en son milieu un globule oléagineux et possédant deux cils : elles s'échappent alors dans toutes les directions. L'existence de deux cils est absolument certaine. L'aspect particulier pris par le sporange au moment de la formation des zoospores nous conduit à distinguer cette espèce sous le nom de *Sphærita radiata* sp. nov.

Si l'on passe maintenant au *C. erosa*, on voit que cette espèce se distingue de la précédente par sa taille généralement plus petite (long. 13 μ, larg. 6 μ), par sa couleur qui tire sur le jaune.

On rencontre des individus ovales, d'autres allongés et cylindriques ; l'assymétrie est encore souvent très prononcée et l'insertion des deux flagellums reportée vers le bas de l'échancrure ; les chromatophores sont minces et sont largement séparés l'un de l'autre, mais avec transition insensible. Il existe encore un sillon granuleux beaucoup moins développé que dans le *C. ovata* et très étroit : il part du bas de l'échancrure et se termine plus ou moins bas selon les individus.

Ce noyau est nucléolé, arrondi et ne paraît guère différer de celui du *C. ovata* que par sa taille plus faible : il se trouve à la partie postérieure du corps.

Au milieu du corps, se trouve un gros corpuscule ; nous avons reconnu que c'est là un pyrénoïde, complètement analogue à celui des autres algues ; il produit superficiellement de l'amidon sous forme de quatre à cinq petits bâtonnets.

Un grand nombre de leucites se trouvent sous les chromatophores ; ils peuvent s'imprégner d'amidon et alors se teinter de bleu par l'iode : cet amidon est repris pendant la nuit.

Il existe une vacuole contractile ; elle peut présenter deux lobes pendant la diastole ; ce fait nous l'avait fait considérer tout d'abord comme double ; ses contractions étaient lentes sur les individus que j'ai étudiés.

Nous avons rencontré une très belle petite espèce appartenant au même genre ; fréquemment, nous avions vu depuis plusieurs

années, de petites zoospores de couleur bleue, comme certaines oscillaires ; cette couleur nous intriguait.

Or, ces zoospores appartiennent à un *Cryptomonas* remarquable par sa petite taille et la simplicité de sa structure.

Le corps est assymétrique avec une échancrure antérieure de laquelle partent deux flagellums ; ces flagellums sont de la longueur du corps, c'est-à-dire très courts ; les grosses zoospores de cette espèce n'atteignent pas la taille du *C. erosa*, et les petites ont une grosseur trois ou quatre fois plus faible.

Le corps présente une très grande simplicité : toute trace de sillon granuleux a disparu ; sous une mince membrane se trouve une faible couche de protoplasma dense, coloré en bleu ; la division en deux chromatophores n'existe point ; des grains d'amidon se trouvent sous le chromatophore ; au milieu du corps, existe un pyrénoïde rappelant étroitement celui du *C. erosa* ; à la partie postérieure du corps, se trouve un noyau nucléolé.

En résumé, nous considérons comme nouvelle cette espèce et nous la désignons à cause de sa couleur sous le nom de *C. cyana* ; sa structure appartient au type du *C. erosa* avec pyrénoïde médian produisant de l'amidon ; mais elle se distingue de cette dernière par sa couleur et aussi par sa taille qui peut descendre à 3 ou 4 μ en longueur.

Après ce qui précède, on ne sera pas étonné que nous soyons plus que jamais disposé à conserver les Cryptomonadinées dans les algues inférieures, au même titre que les Chlamydomonadinées ; elles ont un mode de nutrition nettement végétal. Dans le même genre, la structure descend à une très grande simplicité. Certaines espèces possèdent des pyrénoïdes comme les *Polyblepharideae* et les *Chlamydomonadineae*. En se reportant au développement général, traité dans notre premier travail, on verra que l'ensemble de ce développement corrobore parfaitement l'existence d'affinités végétales bien caractérisées.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Ophrydium versatile Bory, fig. 1-1

Fig. 1. Colonies.
Fig. 2. Aspect de la surface des colonies traitées par l'acide osmique; un ou deux individus dans chaque compartiment.
Fig. 3. Section de ces colonies : chaque individu est pédicellé; les pédicelles se relient entre eux dichotomiquement.
Fig. 4. Une loge séparée avec son ouverture antérieure.
Fig. 5. Aspects divers du pédicelle.
Fig. 6. Individu fixé depuis peu, avec son pédicelle.
Fig. 7. Position des résidus à la partie antérieure du corps avant leur expulsion.
Fig. 8. Disposition de ces résidus en zones concentriques pendant l'expulsion.
Fig. 9. Stade de la division.
Fig. 10. Kystes : *a*, masses glaireuses renfermant ces kystes ; *b*, kystes de diverses grosseurs ; leur surface est divisée (le détail n'est pas rendu dans le dessin) en compartiments irréguliers par des épaisissements de l'endocyste ; *d*, *c*, section optique montrant ces épaisissements.

Zoochlorelles, fig. 11-13

Fig. 11. Trois Zoochlorelles *a*, l'une avec son noyau après coloration à l'hématoxyline : l'autre avec ce même noyau gonflé par SO^3 ; la troisième avec son chromatophore annulaire ; *b*, divers aspects de ces cellules dans une culture libre.
Fig. 12. Diverses positions des Zoochlorelles du *Paramaecium Bursaria*, pendant la défécation.
Fig. 13. Kyste du *Paramaecium Bursaria*.

Podophrya fixa Muller, fig. 14-21

Fig. 14. Individu normal.
Fig. 15. — ayant saisi avec *un* tentacule, le *Cyclidium glaucoma*.
Fig. 16. Aspect du tentacule pendant l'ingestion.
Fig. 17. *Podophyra* un peu avant la formation d'embryons : deux vacuoles contractiles.

Fig. 18. Formation des embryons ; *a*, production d'un réservoir contigu à la vacuole contractile ; *b*, divers aspects de la vacuole et du réservoir ; *c*, première apparition des cils à la face interne du réservoir ; *d*, formation des deux vacuoles de l'embryon qui s'isole ; *e*, embryon isolé avec son noyau et ses deux vacuoles ; *f*, *g*, sortie de l'embryon ; *h*, cet embryon pendant la marche et pendant la fixation.

Fig. 19. Structure du noyau : *a*, *b*, *c*, *d*, ses divers aspects pendant la formation de l'embryon.

Fig. 20. Très jeune individu.

Fig. 21. Gros individu libre : *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, pendant la fixation ; *f*, individu pédicellé avec résidus ? antérieurs ; *g*, individu dont les tentacules sont rentrés dans le corps.

Metacineta mystacina Ehb., fig. 22

Fig. 22. *a*, individu pris sur le vivant ; *b*, tué par l'alcool absolu et coloré ; macronucleus et micronucleus ; *c*, micronucleus entouré d'une zone claire ; *d*, deux micronucleus voisins ; *e*, micronucleus paraissant en division ; *f*, aspect des macronucleus ; *g*, division, l'un des individus possède un micronucleus qui n'a pas été marqué par le graveur ; *h*, autre division ; *i*, probablement stade de la conjugaison.

PLANCHE II

Trichophrya angulata sp. nov., fig. 1-6

Fig. 1. Individu normal.

Fig. 2. 3. 4. Ses divers aspects pendant la nutrition.

Fig. 5. 6. Id. pendant le mois qui a suivi.

Ophrydium versatile Bory, fig. 7-8

Fig. 7. Deux kystes dans la même loge.

Fig. 8. Kyste traité par l'acide azotique et le vert de méthyle ; macronucleus arrondi central.

Heteromita ovata Dujardin, fig. 9

Fig. 9. *a*, *b*, *c*, Ses divers aspects dans la cellule de *Spirogyra* : *d*, après la sortie ; *e*, kystes ?

Cercomonas crassicauda Dujardin, fig. 10

Fig. 10. Aspects successifs de ce flagellé.

Vampyrella vorax Cnk, fig. 11

Fig. 11. *a*, *b*, Sporanges avec noyaux ; *c*, détails à un grossissement plus fort ; *d*, zoospore ; *e*, sporange, renfermant un *Pandorina* ; *f*, kyste avec noyaux.

Vampyrella Spirogyrae Cnk, fig. 12

Fig. 12. Deux sporanges avec leurs noyaux.

Cryptomonas ovata Ehr., fig. 13-23

Fig. 13. Zoospore sous ses divers aspects dessinés à la chambre claire, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *j* : en *d* la vacuole contractile est désignée par *v*, le noyau par *n*, la couche amylifère par *c*.
Fig. 14. Sections transversales de la zoospore : 1° au niveau des flagellums et de la vacuole ; 2° au niveau des deux corpuscules médians ; 3° au niveau du noyau.
Fig. 15. Deux zoospores : l'une montrant les grains d'amidon ; l'autre, les trabécules de protoplasma qui les entourent.
Fig. 16. Individu entouré de gélatine.
Fig. 17. Deux zoospores : celle de gauche traitée par l'iode acétique qui gonfle les chromatophores ; celle de droite par l'acide acétique faible qui produit la formation de longs filaments rayonnants.
Fig. 18. Schéma de la division.
Fig. 19. Schéma de la circulation.
Fig. 20. *Sphærita radiata* sp. nov. parasite des *Cryptomonas*.
Fig 21. Zoospore de *C. erosa* qui m'a présenté, par exception, les granules du sillon à la partie postérieure du corps ; en *a* deux noyaux nucléolés de *C. ovata;* le nucléole est entouré directement par une zone incolore étroite.
Fig. 22. Zoospore qui s'est arrondie sous l'influence de conditions défavorables.
Fig. 23. Section transversale des zoospores aplaties, avec la disposition du sillon granuleux.

LES « PRÉPARATIONS »

DU BOTANISTE

2e SÉRIE, 1re FASCICULE

Afin de permettre aux abonnés du Botaniste de vérifier, dans la limite du possible, les observations contenues dans ce premier fascicule, nous leur réservons quelques-unes des préparations mêmes qui nous ont servi.

Ces préparations sont au nombre de *six* : elles sont réunies dans une boite qui sera envoyée à tout abonné au prix de *huit* francs.

Les **nos 1** et **2** concernent l'*Ophrydium versatile* : le no 1 est une préparation montée, soit au baume de Canada, soit à la glycérine ; les *Ophrydium* sont colorés soit à l'hématoxyline, soit au vert de méthyle ; le noyau des Zoochlorelles se voit dans les préparations au baume, aprés coloration à l'hématoxyline. Le no **2** est une préparation renfermant les kystes : ces kystes peuvent être montés à la glycérine dans l'état où ils se trouvent après fixation à l'alcool absolu ; ils sont alors susceptibles d'*essais* de coloration : d'autres ont été traités par le vert de méthyle acidulé d'acide azotique ce qui colore le protoplasma et permet de voir souvent le macronucleus central. Si l'on désire vérifier la structure des colonies (Pl. I, fig. 3), il sera nécessaire de nous demander une préparation spéciale ; il en est de même si l'on veut étudier de préférence les espèces de Diatomées qui habitent la masse gélatineuse.

Le **no 3** montre les Zoochlorelles du *Paramœcium Bursaria*, après coloration à l'hématoxyline chromique ; leur noyau est

visible. Les nématocystes rayonnent autour de l'Infusoire ; la couche qui les renfermait est cependant quelquefois restée intacte ; les Zoochlorelles se trouvent engagées dans le protoplasma sous cette couche ; elles y forment une sorte de pavage assez régulier. Le macronucleus et le micronucleus présentent quelquefois une membrane épaisse qui se détache du noyau lui-même sur toute son étendue. La surface de l'Infusoire est parsemée de lignes noires, de ponctuations. Quelques préparations ont été colorées au picrocarmin ; elles sont en général moins démonstratives.

Le **n° 4** renferme la *Podophrya fixa* ; la fixation a eu lieu à l'alcool absolu ; aussi les tentacules sont-ils rétractés ; ces préparations sont néanmoins très belles ; les globules dits oléagineux sont nettement colorés ; le noyau est très visible ; la membrane du corps ne se voit nettement que dans les préparations colorées à l'hématoxyline. Les Podophryes se trouvent au milieu de filaments de *Saprolegnia* dont quelques-uns renferment des oogones ; il y a aussi des Vorticelles avec leur macronucleus en ruban. On reconnaîtra toujours la *Podophrya* à son mince pédicelle incolore. Très peu de préparations sont disponibles ; elles seront remplacées après épuisement par l'*Actinophrys sol*, ou par un autre Protozoaire. On sait que les anciens auteurs confondaient ces formes, bien qu'elles soient loin d'être voisines. Dans ces préparations, le noyau se voit fort bien ; il a la forme d'un anneau entourant un espace central incolore ; l'anneau n'a pas une structure homogène ; la chromatine y est localisée suivant des plages régulières.

Le **n° 5** contient la *Vampyrella vorax*, en majeure partie à l'état de sporanges ; les noyaux sont bien visibles. Ces sporanges ont été colorés à l'hématoxyline et montés au baume du Canada.

Le **n° 6** est consacré à l'étude du *C. ovata* ; nous avons choisi pour la facilité de l'observation la plus grande forme que nous ayons rencontrée. On pourrait même à la rigueur soutenir que c'est là une espèce particulière ; je ne le crois pas cependant. La fixation a eu lieu à l'acide osmique ; le noyau nucléolé est

bien visible ; les corpuscules oléagineux sont colorés en noir, leur nombre est variable. On aperçoit très bien le sillon granuleux ; mais il est peu facile d'élucider complètement sa structure sans l'examen de nombreux échantillons traités par divers réactifs.

Ces préparations sont destinées, dans notre pensée, à être étudiées de suite; mais nous avons pris néanmoins toute les précautions nécessaires pour assurer leur conservation: ainsi toutes les colorations à l'hématoxyline ont été alunées.

Il ne faudrait pas s'étonner d'un léger retard dans l'envoi; d'un autre côté, nous prions les abonnés du « Botaniste » qui désireraient posséder ces préparations de ne pas en envoyer le prix avant réception. S'ils désiraient étudier particulièrement un sujet, nous serions très heureux de nous mettre à leur disposition.

Si ces préparations devaient être l'objet d'observations particulières, de critiques ; si elles devaient fournir à quelques naturalistes des arguments contre notre manière de voir et d'interpréter, qu'on veuille bien en citer la source; nous nous tiendrons pour satisfait.

Publié le 25 avril 1890.

RECHERCHES HISTOLOGIQUES

SUR LES

CHAMPIGNONS

Par M. P.-A. DANGEARD

INTRODUCTION

L'histologie est devenue maintenant une science qui a ses méthodes et ses spécialistes : de tous côtés, en zoologie, en botanique, de nombreux observateurs vont étudier la cellule et ses modifications dans ses parties les plus intimes ; celle-ci a déjà livré plusieurs de ses secrets ; elle nous en fait entrevoir de plus importants encore.

L'histologie s'est donc rapidement fait une place à côté de l'anatomie proprement dite, de la morphologie, de la systématique ; à ce titre, nous avions le désir de lui accorder dans ce Recueil l'importance qu'elle mérite. Nous nous sommes mis à l'œuvre et ce travail, depuis longtemps sur le chantier, est le résultat de cet effort ; la période du début étant terminée, les travaux d'histologie qui suivront de temps à autre nous seront moins laborieux.

Nous ne croyons pas devoir entrer ici dans le détail de la technique employée : c'est celle qui est si bien exposée dans le « *Botanische Practicum* » de Strasburger (1). Si nous avons été plusieurs fois conduit par l'expérience à modifier certains procédés ou à en employer de nouveaux, cela n'a eu lieu que d'une

(1) Strasburger. Das Botanische Practicum. Iéna.

façon accidentelle ; nous donnerons seulement un petit résumé destiné à aider ceux qui débutent.

L'agent de fixation le plus commode est l'alcool absolu ; c'est aussi souvent le meilleur ; douze à vingt-quatre heures d'action suffisent. A défaut d'alcool absolu, on peut employer l'alcool à 96°. L'avantage de l'alcool sur les autres agents de fixation consiste en ce fait que les réactifs colorants peuvent être employés immédiatement après un simple lavage à l'eau distillée.

On peut encore, pour fixer les objets, employer avec plus ou moins de succès, selon les cas, l'acide picrique concentré, l'acide chromique à 1 %, l'acide chromo-acétique (acide chromique, 0.7 %; acide acétique, 0.3 %) ; l'acide chromo-osmo-acétique (acide chromique, 0.6 %; acide osmique, 0.1 %; acide acétique, 0.3 %).

Il faut laisser agir l'acide picrique vingt-quatre heures au moins, l'acide chromique et l'acide chromo-acétique, quelques heures ; l'acide chromo-osmo-acétique un quart d'heure environ.

Quelques instants suffisent, si l'on emploie l'acide osmique à 0.05 % ou 1 %.

Avec tous ces derniers réactifs fixateurs, il faut, avant de colorer les objets, les laver avec soin à l'eau distillée. Il est quelquefois nécessaire de les placer, pendant un ou deux jours dans de l'eau fréquemment renouvelée, surtout après l'emploi de l'acide picrique.

Les réactifs colorants employés le plus souvent à la recherche des noyaux sont l'hématoxyline et les carmins.

L'hématoxyline s'emploie de bien des manières ; les teintures les plus connues sont celles de Kleinenberg, de Boehmer, d'Ehrlich, de Delafield, de Weigert ; elles se trouvent dans le commerce ; leur mode de préparation est d'ailleurs indiqué dans les ouvrages spéciaux (1). On arrive généralement à d'aussi bons résultats en procédant de la manière suivante :

Dans un verre de montre contenant, dans de l'eau distillée,

(1) Strasburger. *Loc. cit.*, p. 638-639.

les objets à colorer, on jette quelques cristaux d'hématoxyline : on laisse plusieurs heures en surveillant la coloration : on lave à l'eau distillée ; la coloration obtenue est un peu rougeâtre : quelques petits cristaux d'alun suffisent pour la faire virer au bleu. Il est avantageux de dépasser la coloration voulue et de décolorer en laissant l'alun agir plus longtemps. Dans ce dernier cas, il se produit une belle teinture susceptible d'être employée immédiatement à la coloration d'autres objets.

On obtient également de bons résultats en fixant les objets à l'acide picrique et en les colorant à l'hématoxyline ammoniacale. Avant de colorer, il faut se débarrasser complètement de toute trace d'acide picrique par un lavage à l'eau distillée qui peut durer deux jours. On jette alors quelques cristaux d'hématoxyline dans la cuvette contenant les objets à colorer et on insuffle des vapeurs d'ammoniaque, ce qui produit une belle coloration. On étend d'eau plus ou moins.

Les carmins sont également très-nombreux : on connait en particulier ceux de Beale, de Grenacher, de Hoyer, de Schneider, et les picro-carmins de Ranvier, de Weigert, de Hoyer.

Je me suis servi généralement dans ce travail, concurremment avec l'hématoxyline, du picro-carmin de Ranvier et d'un carmin au borax ; ce dernier a été employé pour la recherche des noyaux dans les oospores mûres, là où aucun autre réactif n'avait pu pénétrer ; j'étais obligé de le laisser agir pendant plus d'une semaine.

On examine les préparations colorées dans la glycérine ou mieux dans le Baume du Canada ou l'essence de girofle.

En ce qui concerne la glycérine, le procédé classique est le suivant : les objets colorés sont portés de l'eau distillée dans de la glycérine très étendue afin d'empêcher la contraction : on laisse cette glycérine se concentrer à l'air. Bien que classique, ce procédé est fort ennuyeux : nous l'avons complètement abandonné et remplacé par le suivant d'un usage beaucoup plus commode : nous déshydratons successivement avec des alcools à 40°,

70° et 90° ou alcool absolu et transportons directement dans la glycérine ordinaire.

Ce procédé, outre qu'il est beaucoup plus rapide que l'autre, a encore un avantage : tandis qu'une partie des objets fixés, est examinée dans la glycérine, l'autre peut être portée directement dans l'essence de girofle, ou l'essence de térébentine, pour être conservée ensuite dans le Baume du Canada.

Il est préférable, en effet, d'étudier les cellules et leur contenu dans l'essence de girofle ou le Baume du Canada ; les contours du noyau et ses détails de structure sont plus apparents et plus nets.

La déshydratation exige un temps assez considérable quand il s'agit de certaines parties de plantes, telles que les oospores ou les kystes : il est bon de les laisser un jour entier dans de l'alcool à 70° avant de les passer à l'alcool absolu : sans cette précaution, on se heurte au début à de nombreux insuccès.

Lorsque les préparations sont trop colorées, on peut les traiter par une solution ainsi composée (0,5 à 1 °/o d'acide chlorhydrique dans l'eau ou l'alcool à 70°).

Ces recherches sur l'histologie des Champignons sont précédées d'un aperçu bibliographique et divisées en chapitres ; chacun de ces chapitres est consacré à l'étude d'un groupe ou d'une famille (1).

Dans une deuxième partie, nous résumerons et discuterons les résultats acquis.

HISTORIQUE

La présence d'un noyau dans les cellules reproductrices de

(1) A l'exemple de beaucoup d'auteurs, nous désignerons sous le nom de *chromatine*, la substance qui, dans le noyau, se colore par l'hématoxyline ; il n'en faudrait pas conclure que le travail de Franck Schwarz, Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasma (Cohn's Beitrage, Band V), nous est resté inconnu, seulement les distinctions en *chromatine, linine, paralinine, pyrénine* et *amphipyrénine* ne sont point encore d'un usage courant parmi les histologistes.

quelques Ascomycètes et Basidiomycètes a été signalée pour la première fois par De Bary (1).

Les phases de la division de ce noyau dans l'asque ont été représentées par Dippel (2).

Il faut arriver à une époque récente pour trouver quelques renseignements généraux sur l'ensemble du groupe: on les doit à Schmitz (3).

Ce savant, grâce à l'emploi de l'hématoxyline, constate la pluralité des noyaux dans les Saprolégniées, les Pérénosporées, les Chytridinées, les Myxomycètes. Il montre qu'une très grande diversité existe dans les Ascomycètes : ainsi, par exemple, les cellules mycéliennes de l'*Erysiphe communis*, ainsi que les conidies, ne renferment qu'un noyau; dans le *Penicillium glaucum*, il y a, dans les cellules du mycélium, selon leur grosseur, un ou plusieurs noyaux. Dans les Urédinées, Schmitz s'assure que le globule central des téleutospores est bien un noyau (*Puccinia Malvacearum*) ; il étudie le mycélium du *Coleosporium Campanulæ* ; chaque cellule renferme un noyau, parfois deux ; quant aux urédospores elles possèdent généralement deux noyaux. Ce travail n'est malheureusement accompagné d'aucune figure.

Schmitz laissait de côté les Basidiomycètes. De Bary qui avait vu, dès 1866 (4) le noyau des basides, ajoutait en 1884 (5) : « Dans les jeunes spores qui viennent de mûrir, on observe souvent une partie centrale, claire, au sujet de laquelle il serait bon de rechercher si elle est un noyau et si elle provient du noyau de la baside ».

Strasburger, en cette même année 1884, donne la solution de

(1) De Bary. Ueber die Fruchtentwickelung der Ascomyceten, Leipzig 1863. — Morphologie und Physiologie der Pilze, 1866, p. 102-103.

(2) D'après Van Tieghem. Traité de Botanique, 2e édition, p. 1130.

(3) Schmitz. Sitzungsberichte d. niederrh. Gesellschaft in Bonn, 4 août 1879 et 7 juin 1880.

(4) De Bary. *Loc. cit.* p. 113.

(5) De Bary. Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, 1884, p. 68.

ce point particulier (1). Le noyau de la baside se divise en deux, au moment où les stérigmates commencent à se former et la division continue jusqu'à huit.

Ces noyaux s'insinuent en s'allongeant à travers les stérigmates : chaque spore reçoit ainsi deux noyaux qui vont se placer à chacun de ses pôles. Strasburger nous fournit de plus quelques renseignements sur le noyau des Mucorinées, des Myxomycètes et il donne (2) une excellente figure du *Penicillium crustaceum*.

Rosenvinge reprend l'étude des Hyménomycètes (3). Voici quelques-unes des conséquences les plus importantes de son travail.

Toutes les cellules des Hyménomycètes contiennent des noyaux ; ces noyaux sont uniques ou multiples dans chaque cellule ; il n'y en a probablement qu'un seul dans les jeunes cellules.

On observe quelquefois un nucléole, surtout dans les noyaux des basides ; chez quelques genres, les noyaux ont une apparence vésiculeuse, la chromatine s'accumulant à la périphérie du noyau.

Les noyaux de la baside du *Tricholoma virgatum* seuls ont fourni l'indication d'une division indirecte.

Le noyau de la baside se divise de manière à former quatre ou huit noyaux ; ils passent avec le protoplasma dans les spores qui reçoivent ainsi chacune un ou deux noyaux.

Si la spore ne reçoit qu'un noyau, ce dernier est forcé de s'étirer beaucoup pour passer dans le stérigmate.

Sadebeck nous fournit un nouvel exemplaire de division indirecte du noyau dans les *Exoascus* (4).

D'après Weiss, les vaisseaux laticifères du *Lactarius deliciosus* se forment par une fusion de cellules qui contiennent des noyaux (5).

(1) Strasburger. Das botaniche Practicum. Iéna 1884, p. 324 et 427.
Id., 2e édition, p. 433.

(2) Strasburger. *Loc. cit.*, 2e édition, p. 424.

(3) Rosenvinge. Annales d. sc. natur., Bot., 7e série, tome III.

(4) Sadebeck. Uber die Pilzgattung Exoascus (Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten, I, Jahrgang, Hamburg, 1884, fig. 20, Taf. 3).

(5) Weiss. Ueber gegliederte milchsaftgefasse im Fruchtkorper von Lactarius deliciosus (Sitz. der Wiener Akad., vol. XCI, 1885).

Jusqu'ici, nous n'avons vu aucune indication sur le sort des noyaux dans la reproduction sexuelle des Oomycètes.

Fisch distingue deux cas, lorsque les cellules viennent à mélanger leurs protoplasmes (1).

1° Dans le cas de fausse copulation des sporidies des Ustilaginées (*Tilletia*, *Urocystis*, *Ustilago*), il y a simple anastomose et les noyaux ne se fusionnent pas: même chose se produit dans les anastomoses qui se forment entre filaments mycéliens dans les Basidiomycètes (*Merulius lacrymans*).

2° Lorsqu'il y a reproduction sexuelle, le noyau mâle se fusionne avec le noyau femelle (*Pythium*, *Cystopus*).

Malheureusement, les choses ne se passent point d'une façon aussi simple comme nous le verrons plus loin.

Les recherches d'Eidam nous font connaître quelques particularités du noyau dans les Entomophtorées (2).

Le genre *Conidiobolus* renferme plusieurs noyaux dans chacune de ses cellules (3); dans les *Basidiobolus*, chaque cellule ne renferme qu'un seul noyau souvent très gros (4 μ 5 × 3 μ 3); le nucléole est également très développé (2 × 1 μ 5). Eidam n'a pu observer la fusion des noyaux dans l'œuf: les noyaux des deux cellules qui vont se conjuguer passent dans le bec et s'y divisent: le noyau supérieur reste dans la cellule du bec: l'inférieur passe dans l'œuf. Plus tard, dans le tube germinatif de l'œuf, on trouve deux noyaux accolés, sans qu'il soit possible de dire, s'ils proviennent de la division d'un noyau unique, ou si ce sont les deux noyaux primitifs.

Vuillemin étudie les noyaux de l'*Entomophthora glaeospora* sp. nov. (4); ces noyaux sont encore plus gros que ceux du du *Basidiobolus* (5 à 12 μ): ils sont régulièrement espacés dans

(1) Fisch. Ueber das Verhalten der Zellkerne in fusionirenden Pilzzellen (Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Strassburg, septembre 1885).

(2) Eidam. Basidiobolus, eine neue Gattung der Entomophthoracées (Cohn's Beitraege zur Biologie der Pflanzen, t. V, 1886).

(3) Brefeld. Unters. aus dem Gesammtgebiete der Mycologie. Leipzig. 1884.

(4) Vuillemin, Etudes biologiques sur les Champignons, p. 3-8

les filaments non cloisonnés ; leur structure varie selon l'endroit où on les examine ; dans les cellules du mycélium et dans les conidies, les granulations chromatiques sont disséminées uniformément dans le noyau qui se colore en masse ; les granulations chromatiques sont plus apparentes dans les tubes fixateurs ; dans ces derniers, il existe d'autres noyaux sphériques (12 μ) dont la substance fondamentale ne se colore pas et qui renferment de 6 à 8 gros bâtonnets chromatiques ; il y aurait probablement là, d'après Vuillemin, un stade ultime de la karyokinèse.

Dans ce même travail, Vuillemin donne encore quelques détails sur les noyaux des *Pilobolus*, et sur la formation des ascospores dans les Pézizes.

Busgen, étudiant le sporange des Phycomycètes (1) figure les noyaux du *Leptomitus lacteus*, déjà signalés par Schmitz : ils possèdent un nucléole.

Avec les travaux d'Hartog, nos connaissances sur l'histologie des Saprolégniées font un grand pas (2), nous en emprunterons les conclusions principales à une note récente dans laquelle il est amené à faire plusieurs rectifications (3).

Le noyau de ces plantes est vésiculaire : il contient un petit amas central de nucléine entouré d'une couche d'hyaloplasme peu réfringent. Dans les filaments en voie de croissance ou d'allongement, il est fusiforme ou ovalaire ; il est placé dans la couche de protoplasma pariétale ou dans les brides qui traversent la cavité des filaments.

Le noyau se divise par étranglement, mais on peut également y trouver des phases de karyokinèse ; il se forme deux croissants à structure fibrillaire qui se placent dos à dos, s'écartent, se séparent entourés de la paroi nucléaire qui s'est infléchie sur chacun d'eux : le noyau ne se divise que dans les filaments végétatifs.

(1) Busgen. Die Entwicklung der Phycomycetensporangien (Pringsheim's Jahrb. t. XIII, 1882).

(2) Hartog. Recent researches on the Saprolegniæ (Annals of Botany, II, 1888).

(3) Hartog. Recherches sur la structure des Saprolégniées. Comptes-rendus Ac. sc., 1889).

Dans les sporanges, chaque spore débute par concentration du protoplasme autour du noyau, avec expulsion du suc protoplasmatique dans les lacunes vacuolaires des spores; dans le stade dit d'*homogénéité*, les microsomes se fondent dans le protoplasma qui devient réfringent malgré sa consistance écumeuse. La séparation des spores, à ce stade, n'est pas complète quoiqu'en ait dit Rothert (1) ; les lignes de scission qui partent de la périphérie les séparent en groupes de deux à cinq spores qui ne s'isolent que lentement.

Hartog pense que les vacuoles des oospores sont en réalité des noyaux à tous les stades de conjugaison; les deux à quatre amas de nucléine qui les composent, se résoudraient en granulations fines pour se réunir ensuite en un seul amas sphérique ; plus tard, ces noyaux se fondent en un seul, dans l'oospore mûre. L'anthéridie et ses tubes ne déversent aucune substance ni dans l'oogone ni dans l'oospore.

Nous aurons à discuter ces derniers résultats.

Chmielewsky, étudiant les Cystopus (2), dit que l'oogone jeune ne contient qu'un seul nucleus pariétal, de grosse taille, ellipsoïde, avec un petit nucléole ; l'anthéridie elle aussi ne possède qu'un noyau analogue ; la fusion du noyau mâle et du noyau femelle n'a pas été vue ; mais l'oospore mûre ne renferme qu'un noyau.

Wager consacre un mémoire à l'étude du *Perenospora* des Crucifères (3) ; les noyaux des gonidies sont nucléolés et sphériques : ceux de l'oogone renferment des bandes de chromatine ; ils se multiplient par division indirecte. Le nombre des noyaux de l'oogone peut dépasser une centaine : il est de six à douze dans l'anthéridie. Au début, le protoplasma de l'oogone montre de grandes vacuoles ; les noyaux se groupent bientôt en cercle, à quelque distance de la membrane ; leur membrane nucléaire disparaît et ils s'élargissent dans la direction tangentielle ; les

(1) Rothert. Entwickelung der Sporangien bei den Saprolegnieen (Cohn's Beitrage, V, 1888).

(2) Consulter : Bot. Centralblat 1889.

(3) Wager. Annals of Botany, 1889.

bandes chromatiques se disposent longitudinalement et la division se produit ; des changements analogues se produisent dans l'anthéridie.

Les noyaux prennent une position irrégulière ; deux d'entre eux passent au centre : aussitôt, une mince membrane se forme, limitant la partie interne du périplasme. Les noyaux paraissent servir à la formation de la membrane interne de l'oosphère.

L'anthéridie développe un tube difficile à apercevoir qui la met en communication avec l'oosphère.

Les deux noyaux que nous avons vu passer au centre de l'oosphère se fusionnent en un seul, et il est probable qu'un nucleus de l'anthéridie vient se fusionner à ce dernier : l'œuf mûr, en effet, ne renferme qu'un seul nucleus, ainsi que l'a vu Zalewski (1).

I

Myxomycètes

L'étude histologique des Myxomycètes a été faite presque exclusivement en prenant comme type le *Chondrioderma difforme*.

Schmitz avait signalé dans cette espèce la présence de noyaux à tous les stades (1). Zopf les représente dans le plasmode comme des sphères sans nucléole (2). Cependant en ce qui concerne les amibes, les figures de Cienkowski, beaucoup plus anciennes, représentaient nettement un nucléole (3) ; ce nucléole est également figuré par Strasburger (4) soit dans les zoospores, soit dans les plasmodes.

Nous verrons à quoi tiennent ces divergences en étudiant la structure des noyaux et les modifications qu'elle subit dans une autre espèce.

(1) Zalewski. Zur Kentniss der Cystopus (Bot. Centralblat, 1883, XV).

(1) Schmitz. *Loc. cit.*

(2) Zopf. Die Pilzthiere oder Schleimpilze (Handbuch der Botanik, dritter Band, Zweite Halfte, p. 26, fig. 7).

(3) D'après Van Tieghem. Traité de Botanique, 2e édition, p. 1053.

(4) Strasburger. *Loc. cit.* 2e édition, p. 436.

Spumaria alba. Bull.

(Pl. III, fig. 1-15)

Le *Spumaria alba* est très commun : on le trouve formant de grandes masses blanches sur les gazons et aussi au pied des arbres (fig. 1) ; il se déplace assez rapidement. Au moment de fructifier, il monte, s'il y a lieu, sur une branche d'arbre et là forme ses spores (fig. 8).

Si l'on vient à fixer le plasmode par l'action de l'acide osmique, au moment où il se déplace, on pourra en colorant observer la disposition suivante. La surface du plasmode, du côté où il progresse, est formée par une zone de protoplasma dense sans vacuoles ; les microsomes y sont toujours excessivement fins et pressés les uns contre les autres ; on ne voit aucun noyau (fig. 2) ; plus intérieurement, quelques petites vacuoles se montrent et les premiers noyaux se montrent à cette limite ; ils sont vésiculaires ; le nucléole est assez gros et se trouve fréquemment appliqué contre la paroi (fig. 2).

On arrive alors à la portion interne du plasmode; le protoplasma renferme beaucoup moins de microsomes et ces derniers sont plus gros : ils forment des traînées irrégulières qui s'entrecroisent en limitant des cavités de forme diverse souvent difficiles à distinguer des vacuoles ordinaires ; les noyaux ne se rencontrent que dans les trabécules protoplasmatiques; leur nucléole paraît être plus réduit que celui des noyaux superficiels (fig. 2).

Un cas extrême est celui où le protoplasma se raréfiant beaucoup arrive à ne plus former qu'un réseau de mailles excessivement fines (fig. 3) : les noyaux, placés dans ces mailles, ne sont entourés que de quelques microsomes ; ces noyaux sont presque complètement dépourvus de chromatine ; le nucléole est réduit à un point (fig. 6) ; parfois il paraît creux ; par contre, la membrane nucléaire est fort nette. On dirait que ce sont des noyaux épuisés, s'opposant, par la constitution de cette membrane, à la perte totale de leur substance.

Quelquefois, le protoplasma restant pauvre en granulations, ces

noyaux, au lieu d'être éloignés, sont pressés les uns contre les autres (fig. 4), semblant constituer à eux seuls la masse.

En se déplaçant, le plasmode abandonne derrière lui un mucus gélatineux souvent très abondant : ce mucus se colore vivement par l'hématoxyline ; il ne présente aucune trace de protoplasma ; mais sa structure est caverneuse et la disposition des trabécules rappelle exactement celle que nous avons rencontrée à l'intérieur du plasmode : c'est une sorte de sécrétion gommeuse analogue à celle qui existe chez un grand nombre d'algues.

Lorsque le plasmode se dispose à fructifier, il présente une série de lobes ou digitations (fig. 8) : sa surface se recouvre d'une couche de cristaux de carbonate de chaux qui lui donne un aspect blanc nacré caractéristique. Chaque digitation est ainsi composée ; sous la couche friable de carbonate de chaux s'en trouve une autre très mince, membraneuse ; elle est divisée en segments irréguliers (fig. 10) : la coloration à l'hématoxyline se localise de telle sorte que ces segments se trouvent séparés les uns des autres par des intervalles incolores : elle dénote une structure striée dans chaque segment ; la face interne de ces derniers est munie d'aspérités qui donnent attache aux filaments du capillitium (fig. 9) : la columelle est ici formée par un mucus analogue à celui que nous avons signalé à la suite des plasmodes.

Au début de la formation du sporange, le protoplasma s'est condensé : les vacuoles ont disparu : la plupart des noyaux se présentent sous l'aspect de la fig. 5 ; ce sont évidemment des noyaux semblables qui ont été vus par Zopf ; ils ne semblent formés que d'un globule de chromatine se colorant uniformément par l'hématoxyline : quelquefois une petite zone incolore les sépare du protoplasma (fig. 7).

On arrive à comprendre la structure de tels noyaux en examinant tous les états intermédiaires entre les noyaux nucléolés ordinaires et ces derniers : on voit que le hyaloplasme nucléaire se charge peu à peu de chromatine : tantôt elle ne forme qu'un petit anneau tapissant la membrane nucléaire, tantôt elle envahit tout l'espace qui s'étend entre cette membrane et le nucléole : ce

dernier reste encore visible ; mais lorsque cette chromatine arrive à posséder les mêmes propriétés que celle du nucléole, le noyau semble alors homogène dans toutes ses parties. La membrane nucléaire, en admettant qu'elle existe encore à ce moment, n'est plus visible.

A côté de ces noyaux, on peut en trouver d'autres qui soient nucléolés ; leur grosseur atteint alors quelquefois le double des autres (4 et 5 μ.) Enfin, d'autres noyaux paraissent en voie de disparition : à côté de noyaux bien développés, on en trouve qui ont l'aspect d'une simple vacuole limitée par une surface granuleuse ; aucun doute n'est possible sur leur nature ; le nucléole très réduit se trouve encore parfois au contact de la surface.

Il ne faut pas attribuer la valeur de cellules aux filaments du capillitium : ils me paraissent se rapprocher de la nature des membranes. Ces filaments se montrent au début comme des bandes incolores séparant irrégulièrement la masse du protoplasma : nous n'avons jamais vu aucun noyau prendre part à leur formation. Zopf représente aux filaments de ce capillitium des renflements noduleux caractéristiques (1) non signalés par ses prédécesseurs : il avait probablement affaire à une variété locale, car nous n'avons pas vu ces nodules.

Par contre, ces filaments qui sont regardés comme des cordons pleins, nous ont montré fréquemment une cavité centrale (fig. 13).

Au moment de la formation des spores, le protoplasma se sectionne en portions polyédriques, souvent hexagonales : chacune d'elles renferme un ou deux noyaux : on en trouve parfois davantage : ces noyaux sont encore nucléolés, mais il faut remarquer qu'ils appartiennent au type maigre : la membrane nucléaire est bien visible et le nucléole est très petit. Généralement, à côté du noyau, se montrent deux ou trois petits granules se colorant fortement à l'hématoxyline et rappelant étroitement le nucléole : ce sont là, peut-être, les restes de noyaux ordinaires en voie de disparition. Les spores sont séparées par des sillons incolores

(1) Zopf. *Loc. cit.* p. 47.

dans lesquels s'accumule le suc protoplasmique (fig. 11) ; aussi, à cet état, peuvent-elles, dans les préparations, glisser les unes sur les autres et s'isoler (fig. 12, à droite) ; plus tard, elles se recouvrent d'une membrane sombre épineuse.

Nous avons assisté à l'enkystement d'un plasmode de cette espèce : le protoplasma s'est disposé comme pour former un sporange (fig. 14) et sans montrer trace de capillitium, il s'est fragmenté en cellules de diverses grosseurs ; les plus petites avaient la taille des spores ordinaires (8 μ) : les plus grosses atteignaient 54 μ, quelques-unes étaient entourées d'une simple membrane, d'autres avaient la structure représentée fig. 15 ; une première membrane plissée, une moyenne épaisse fortement colorée, et une interne incolore ; le protoplasma était disposé en une couche épaisse pariétale avec six à huit noyaux ; ce sont des macrocystes (Zopf) analogues à ceux qui ont été décrits par Cienkowski dans le *Perichæna corticalis* et par de Bary dans le *Fuligo varians*.

En résumé, le noyau des Myxomycètes est nucléolé, mais il se présente sous deux aspects différents.

1° La membrane nucléaire est très nette : elle limite une cavité qui ne renferme qu'un hyaloplasme sans granulations : le nucléole est très petit : il est réduit à un granule de chromatine : cet état se rencontre dans les trabécules de protoplasma peu riche en microsomes et dans les spores.

2° La membrane nucléaire ne peut être mise en évidence : le noyau tout entier est formé de chromatine et se colore uniformément ne laissant plus apercevoir le nucléole.

Des états intermédiaires du noyau existent dans les plasmodes ordinaires : enfin, d'autres noyaux sont réduits à l'état de simples vésicules dépourvues de chromatine.

Les spores renferment un ou plusieurs noyaux : il y a en outre de petites granulations, sensibles aux colorants, dont la nature reste douteuse.

Le *Spumaria* peut s'enkyster : les kystes sont de dimensions différentes : les plus gros peuvent renfermer de six à huit noyaux.

Nous pensons que la seconde forme du noyau a la signification

suivante : à la suite d'une nutrition abondante, le noyau a condensé une grande quantité de chromatine : il l'abandonne peu à peu au protoplasma lors de la formation du capillitium et de la membrane des spores ; même chose arrive lorsque le protoplasma, par une cause ou par une autre, vient à s'appauvrir ; d'autres faits, pris dans les groupes suivants, paraissent venir à l'appui de cette manière de voir.

II

Synchytriées

Ce groupe se compose des trois genres *Synchytrium*, *Woronina*, *Rozella* (1). Je ne sais trop si ce groupement est bien naturel et s'il représente les affinités de ces êtres ; en d'autres termes, je me demande si ces plantes ont quelque lien de parenté dans la série de l'évolution, malgré les caractères communs qui semblent les rapprocher.

1° *Synchytrium Taraxaci*. De By et Wor.

(Pl. III, fig. 16-32)

Si cette espèce est bien connue dans sa morphologie et son développement grâce au beau travail de De Bary et Woronine (2), on ne sait absolument rien, à notre connaissance du moins, sur son histologie.

Elle habite en parasite sur le *Taraxacum officinale* ; la station que nous avons rencontrée, se trouve aux environs de Caen sur le chemin de Louvigny, dans un pré humide qui le borde ; presque tous les pieds de *Taraxacum* étaient attaqués. On reconnaît facilement ces derniers à l'aspect insolite de leurs feuilles, chargées de pustules orangées ; ces pustules se trouvent non-seulement sur les deux faces des feuilles, mais encore sur les pédon-

(1) De Bary. Morphologie und Biologie der Pilze.
Schroter. Kryptogamen-Flora von Schlesien, 1886.

(2) De Bary et Woronine. Supplément à l'histoire des Chytridinées (Ann. des sc. nat., 5e série, Bot., Tome III).

cules floraux et les bractées ; il en résulte une déformation plus ou moins grande de la plante.

Ces pustules, à l'état le plus jeune, ne peuvent être reconnues qu'au microscope ; elles proviennent d'une zoospore qui pénètre à travers la paroi épidermique. De Bary et Woronine ont vu ces zoospores, arrivées à la surface de la plante, perforer la membrane et pousser à l'intérieur de la cellule une saillie plus ou moins arrondie, moins épaisse que la spore elle-même ; cette excroissance interne est remplie de protoplasma alors que la partie extérieure ne renferme qu'un suc transparent contenant un ou plusieurs grains rouges.

Plus tard, la cellule épidermique montre le parasite sous l'aspect d'un corps sphérique formé par un protoplasma finement granulé, renfermant quelquefois une grande vacuole ; nous avons rencontré le *Synchytrium* à cet état et nous avons des raisons de croire que la prétendue vacuole n'est autre chose qu'un noyau : en effet, au centre de la masse protoplasmique, se trouve un noyau nucléolé (fig. 16) que nous avons pu facilement mettre en évidence.

La croissance de la cellule épidermique et celle de son parasite ne marchent pas parallèlement ; quarante-huit heures après l'innoculation, ce dernier occupait déjà la moitié de la cellule (1). Plus tard, le rapport d'accroissement change en sens inverse, c'est la cellule qui grandit plus rapidement et le parasite se place au centre de la cellule (fig. 17), soutenu dans le réseau du protoplasma ; son contenu devient de plus en plus granuleux et sa couleur orangée plus vive.

Nous devons nous demander ce qu'est devenu le petit noyau nucléolé primitif ; il a subi un accroissement proportionné à celui de la cellule du parasite ; on le retrouve au centre avec des dimensions énormes (fig. 17) ; ainsi, dans une cellule dont le diamètre peut atteindre 94 μ, le noyau mesure 14 μ et le nucléole lui-même 9 μ. Ces dimensions sont les plus considérables

(1) De Bary et Woronine. *Loc. cit.* p. 252.

qui aient été vues jusqu'ici pour le noyau dans le groupe tout entier des Champignons ; ainsi, les gros noyaux du *Basidiobolus Ranarum*, découverts par Eidam (1) mesuraient 3 à 4 μ et ceux de l'*Entomopthora glaeospora* ne dépassaient pas la taille déjà énorme de 12 μ (2).

Ce noyau a la structure suivante : il est limité par une membrane un peu granuleuse souvent qui le sépare très nettement du protoplasma ambiant; le nucléole est sphérique, granuleux et se colore vivement dans toute sa masse ; le hyaloplasme qui l'entoure est dépourvu de granules, excepté dans une portion plus ou moins grande, excentrique: ces granulations sont très petites et ne paraissent guère différer, quant à leur nature, de celles que l'on trouve dans le protoplasma lui-même. Bien que cet aspect du noyau soit celui d'une vésicule à contenu incolore, le fait que le nucléole peut occuper le centre, appelle l'attention sur l'existence du « nucléo-hyaloplasma » de Strasburger (3); ce serait un réseau de protoplasma hyalin non colorable à l'hématoxyline dans lequel serait inclus le nucléole. Je suis porté à croire cette observation exacte : le segment qui renferme les granulations ne paraît pas distinct du protoplasma ordinaire ; il se charge parfois lui-même de chromatine.

Au lieu d'être complètement sphérique, ce noyau devient quelquefois un peu aplati : la fixation à l'alcool absolu est suffisante, on le comprend, pour produire cette déformation.

Maintenant, ce noyau va se diviser activement par des bipartitions successives : c'est une division directe par simple étranglement ; le nucléole s'élargit, se sépare en deux ; puis la membrane nucléaire s'infléchit entre eux et isole chacune des moitiés (fig. 19 et fig. 21) ; les premiers noyaux qui en résultent sont encore très gros : le nucléole est toujours fortement chargé de chromatine, mais il confine généralement à la paroi nucléaire (fig. 18-19) ; ces noyaux prennent souvent une forme elliptique (fig. 19).

(1) Eidam. *Loc. cit.*
(2) Vuillemin. *Loc. cit.*
(3) Strasburger. Ueber den Theilungsvorgang der Zellkerne, etc. 1882, p. 4.

On remarque encore longtemps dans le hyaloplasme une zone en arc de substance granuleuse : la paroi nucléaire est à double contour et fort nette.

Il est bon de remarquer que la division ne se produit pas avec la même intensité dans tous les noyaux ; il en résulte que, dans la même cellule, ces noyaux peuvent avoir des dimensions excessivement variables (fig. 21).

Parfois ces noyaux, en se divisant, restent groupés ensemble superficiellement ; cela produit l'aspect particulier d'une sorte de pavage (fig. 20).

Le parasite arrive à remplir complètement la cellule épidermique ; depuis quelque temps déjà sa surface s'est recouverte d'une fine membrane d'enveloppe bien facile à apercevoir à cause de la contraction du protoplasma (fig. 21) ; il forme à ce moment une grosse pustule jaunâtre souvent proéminente à la surface du limbe ; le parenchyme qui l'entoure, a multiplié ses cellules, qui sont plus petites qu'à l'état normal (fig. 20). On peut s'assurer facilement de la présence d'un noyau dans les cellules qui entourent le *Synchytrium* (fig. 17) ; ce noyau est petit, irrégulièrement elliptique et se colore assez uniformément.

Reprenons l'étude des noyaux du parasite lui-même : à mesure que leur nombre augmente, on voit le diamètre diminuer de plus en plus ; il descend à 3 ou 4 μ, le nucléole mesurant 1,5 ou 2 μ ; la paroi nucléaire est encore très nette, mais le nucléole est réduit à un point de chromatine ; ces noyaux ressemblent alors exactement à ceux du type maigre décrits précédemment dans les Myxomycètes; ils sont très nombreux dans la même cellule, de cent à trois cents environ selon les individus.

Le protoplasma de la cellule devient de plus en plus dense ; il se charge d'un nombre considérable de granules qui le rendent opaque et gênent beaucoup pour l'étude des modifications ultérieures des noyaux.

Quoiqu'il en soit, ces noyaux se disposent régulièrement dans la masse ; ils forment un nombre considérable de petits îlots (fig. 24) ; dans chacun d'eux, la chromatine semble s'être égrénée, comme

le représente la figure 24. Je ne serais pas étonné cependant qu'il y ait là une illusion d'optique due à la très grande densité du protoplasme; il m'a semblé en effet que, dans les sections excessivement minces, ces noyaux se présentaient avec l'aspect de la figure 22.

Bientôt a lieu la formation des sporanges ; elle rappelle ce que nous avons vu dans les Myxomycètes lors de la formation des spores ; le protoplasma se fragmente simultanément en larges portions polyédriques (fig. 25) ; une couche de suc protoplasmique incolore les sépare; chaque portion renferme un grand nombre de noyaux qui conservent l'aspect qu'ils avaient dans la fig. 24 ; ces portions sont des sporanges qui s'entourent d'une fine membrane, arrondissent leurs angles et subissent une très légère contraction qui les rend indépendants les uns des autres (fig. 26). Le nombre des sporanges formés dans une même cellule est très variable; certaines pustules n'en renferment que deux ou trois; d'autres en contiennent plus d'une trentaine.

La recherche des noyaux dans ces sporanges est laborieuse ; les granulations du protoplasma se colorent à ce moment par l'hématoxyline, comme de véritables granules de chromatine ; de plus, elles sont serrées les unes contre les autres; sur plusieurs centaines d'observations, nous n'avons réussi que trois ou quatre fois à distinguer ces noyaux sous l'aspect de la fig. 26; une fois, nous avons vu nettement qu'ils étaient nucléolés.

Comme l'ont fait voir De Bary et Woronine (1), la forme de ces sporanges varie beaucoup ; ce sont des polyèdres réguliers ou irréguliers , les bords et les angles sont inégaux et saillants, aigus ou obtus ; les parois sont aplaties ou convexes ; quelques-uns présentent des formes bizarres ; il y a, lors de la formation des zoospores, gonflement des épaisissements aux angles du sporange; l'un d'eux proémine davantage ; cette saillie crève et les zoospores sortent lentement par l'ouverture, se dégageant du mucus dans lequel elles sont plongées.

(1) De Bary et Woronine. *Loc. cit.*

Le nombre des zoospores est égal à celui des noyaux que nous avons vus dans le sporange ; ces zoospores possèdent un globule orangé graisseux analogue au globule réfringent des *Chytridium*; il ne doit pas être confondu avec le véritable noyau.

L'agglomération des granules pour la formation de ce globule qui est décrite par De Bary et Woronine, bien qu'ayant quelques rapports d'aspect avec nos figures 24, 25 et 26, sont en réalité, pensons-nous, d'ordre tout différent. Les zoospores (fig. 27) perdent leurs cils après un temps plus ou moins long d'activité et pénètrent à l'intérieur des cellules épidermiques de *Taraxacum* (fig. 16).

Nous sommes revenu à notre point de départ.

Si le parasite n'avait que ce mode de reproduction, il disparaîtrait rapidement ; il existe un autre appareil qui lui permet de passer l'hiver : ce sont des kystes qui ont été également découverts par De Bary et Woronine. Il était intéressant d'en faire une étude histologique.

Ces kystes se trouvaient en quantité assez faible, au milieu des sporanges composés ou sores dont il vient d'être question ; ils sont également contenus dans une cellule épidermique qui se dilate (fig. 29) ; les premiers développements ressemblent complètement à ceux des sores ; mais leur grosseur n'arrive guère à dépasser celle d'un sporange ; de plus, ils n'occupent qu'une faible partie de la cellule qui les contient ; enfin ils se recouvrent d'une membrane épaisse, résistante. Plus tard cette membrane se divise en deux couches, l'une externe, colorée en brun jaunâtre ; l'autre interne, plus épaisse, incolore.

J'ai pu m'assurer que ces kystes ne renferment qu'un seul noyau (fig 29 et 31) ; il est souvent très volumineux et ressemble exactement à celui que nous avons décrit pour les cellules ordinaires ; il est placé au centre ou même superficiellement au contact de la paroi (fig. 31) ; le protoplasma qui l'entoure est finement granuleux ; dans les kystes mûrs (fig. 32), ce protoplasma m'a offert une structure vacuolaire très prononcée.

De Bary et Woronine avaient vu au centre de cet organe « un

petit espace transparent de forme sphérique (vacuole ou nucleus?) » ; c'est, comme on le voit, certainement le noyau que ces savants avaient devant eux.

Ces kystes, après un temps de repos plus ou moins long, germent en un sporange ordinaire ; la fig. 30 représente le noyau d'un kyste subissant sa première bipartition ; les nucléoles étaient peu développés et entourés d'un hyaloplasme d'aspect dense quoique incolore.

Il nous reste maintenant à examiner quelques points particuliers.

La division des noyaux n'a pas toujours lieu selon le mode direct ; il est possible, en étudiant un grand nombre d'échantillons, d'observer quelques stades de la karyokinèse ; nous en avons représenté quelques-uns dans la fig. 23. Les noyaux ne ressemblent en aucune façon aux noyaux nucléolés ordinaires : le nucléole, en effet, est absent ; il en est de même de la membrane nucléaire ; au milieu du hyaloplasme, on trouve six ou sept bâtonnets chromatiques un peu en forme de croissants : nous n'avons pu réussir à suivre tous les stades classiques de la division ; le protoplasma, trop dense, gène l'observation. Cependant, nous avons vu une structure fibrillaire se montrer en deux points opposés et les deux noyaux-filles arriver à présenter la structure du noyau mère.

Ce nouvel exemple de karyokinèse chez les Champignons n'a rien qui puisse nous étonner ; mais, vu la grosseur relative des noyaux, il n'est pas étonnant que les phénomènes soient un peu plus complets par exemple que chez les Saprolegniées ou chez le *Basidiobolus*. Sous quelle influence se produit cette modification radicale dans la structure des noyaux ? je l'ignore.

Certains sores renferment en quantité considérable (fig. 23) de petits cristaux semblables à ceux que Zopf représente dans l'amibe et les spores de *Vampyrellidium pallidum* (1) : ce sont des cristaux de carbonate de chaux.

Il ne nous reste plus qu'à examiner les modifications qui

(1) Zopf. *Loc. cit.*, p. 73.

peuvent se produire dans le noyau, dans le cas où le parasite vient à manquer de nourriture ; le noyau, à mesure que le protoplasma qui l'entoure se raréfie, montre des phénomènes de dégénérescence très marqués : le nucléole disparaît peu à peu ; la chromatine se montre encore quelque temps sous forme de petits bâtonnets peu nombreux ; enfin ces bâtonnets eux-mêmes disparaissent et le noyau se trouve réduit à une simple vésicule : contre la paroi se trouvent encore souvent de petits granules (fig. 28).

Vuillemin a vu des noyaux semblables dans l'*Entomophthora glaeospora*. « Nous avons rencontré, çà et là, dit-il, des sphères claires, limitées par un contour net, sorte de membrane achromatique très délicate, qui ne permettait pas de les confondre avec de véritables vacuoles. De rares granulations violettes appliquées à la membrane, aussi bien que les dimensions de ces éléments, en indiquaient clairement la nature nucléaire. »

Vuillemin, ayant vu un de ces noyaux achromatiques accolé à un noyau normal, pense, qu'à la suite d'une karyokinèse, l'un des noyaux aura absorbé tout le faisceau chromatique, de façon à réduire le second à une sorte de squelette.

Nous attribuons la dégénérescence de ces noyaux à une insuffisance de nutrition de la cellule qui les contient : cela n'était guère douteux dans nos observations ; les cellules étaient placées dans les plus mauvaises conditions, sur des feuilles déjà épuisées par l'attaque antérieure d'autres de ces parasites : le protoplasma des sores était vacuolaire, extrêmement pauvre en granulations et tous les noyaux étaient atteints par la dégénérescence.

Les noyaux achromatiques, vus par Vuillemin, bien que semblables de structure, n'étaient pas dans le même cas : on les rencontrait, dans le même filament, à côté de noyaux ordinaires.

Il en est de même de ceux que nous avons signalés précédemment chez les Myxomycètes : ils se trouvaient à côté d'autres riches en chromatine.

Une transformation analogue des noyaux se produit dans les

éléments glandulaires pendant la sécrétion chez les animaux (1) : l'aspect est semblable ; le noyau perd son nucléole et abandonne au protoplasma tout ou partie de sa substance.

Henneguy a également observé des phénomènes bien marqués de dégénérescence dans les noyaux du *Monocystis agilis* (2) : l'aspect est un peu différent : « Le réseau chromatique se concentre et se fragmente de sorte, qu'à la place des noyaux, on ne trouve plus que des grains irréguliers, fortement colorés. »

En ce qui concerne les *Synchytrium*, nous pensons que les noyaux achromatiques pourraient être régénérés par une nutrition normale de la cellule qui les renferme.

En résumé, ce sont les *Synchytrium* qui possèdent à un moment donné de leur développement les plus gros noyaux connus jusqu'ici dans le groupe entier des Champignons (14 μ).

Ces noyaux sont formés par une membrane à double contour, un hyaloplasme achromatique dont la densité varie beaucoup et qui renferme souvent de nombreuses granulations en un de ses points : au centre se trouve un gros nucléole (8 μ) dont toute la masse se colore.

Le noyau reste unique assez longtemps, puis il se multiplie par division directe, quelquefois par division indirecte (karyokinèse) ; dans ce dernier cas, le nucléole disparaît ainsi que la membrane nucléaire et la chromatine se dispose en plusieurs croissants.

Le nombre des noyaux peut être, dans la même cellule, dans le sore, de 150 à 300 environ ; ils sont alors très petits (3 à 4 μ) ; la membrane nucléaire est nette, mais le nucléole est réduit à un point souvent placé au contact de la membrane.

Le sore se divise simultanément en sporanges plus ou moins nombreux ; à ce moment, les noyaux sont très petits ; ils sont encore nucléolés, mais fort pauvres en chromatine ; ils sont

(1) Nicolas. Le noyau cellulaire dans les glandes mucipares du Péripate (Revue biologique du nord de la France, n° 9, 1890). On trouve dans ce travail quelques indications bibliographiques sur ce sujet.

(2) F. Henneguy. Formation des spores de la grégarine du Lombric (Annales de Micrographie, Tome 1, 1886).

disposés régulièrement ; il se forme autant de zoospores qu'il y a de noyaux.

Les kystes ne renferment qu'un gros noyau nucléolé placé au centre de la cellule ou au contact de la membrane.

Dans les cellules épuisées, faute de nourriture, les noyaux prennent l'aspect d'une vacuole ; ils sont limités par une paroi granuleuse ; le nucléole a disparu ; la cavité nucléaire est remplie par un liquide renfermant seulement quelques granulations chromatiques.

2° *Woronina polycystis* Cornu

(Pl IV, fig. 1-4)

La création de ce genre est due à Cornu (1) ; ce savant, malgré la difficulté du sujet, reconnut le parasitisme de cette espèce et en fixa les principaux caractères. Son étude a été reprise par Fischer (2), qui signale en passant l'existence de noyaux nombreux dans le protoplasma.

On rapproche généralement les *Woronina* et les *Synchytrium* si étroitement que je m'attendais à trouver une structure histologique voisine dans les deux genres.

Il n'en est rien ; au début, peu après la pénétration de la spore dans le filament de Saprolegniée (fig. 1) ou plus tard, le protoplasma du *Woronina* ne diffère pas de celui de l'hôte.

On sait que le plasmode du parasite se cloisonne en articles renflés, globuleux ou elliptiques ; dans ces renflements, le protoplasma forme une épaisse couche pariétale, très dense, limitant une cavité interne vacuolaire qui peut être subdivisée : de nombreux noyaux se trouvent dans cette couche pariétale ; ils sont souvent allongés suivant l'axe du filament ; leur petitesse rend leur étude difficile ; ils ne paraissent souvent composés que d'un simple petit amas de chromatine ; d'autres fois cet amas de chro-

(1) Maxime Cornu. Monographie des Saprolégniées (Annales d. sc. nat. 5e série Bot. Tome 15.

(2) Fischer. Unters. über die Parasiten der Saprolegnieen (Pringsheim's Jahrb. t. XIII, p. 286, 1882.

matine se présente entouré d'une zone incolore, de sorte que l'amas de chromatine représente le nucléole d'un noyau nucléolé ordinaire. Il n'existe aucune modification de grosseur et de structure comme dans les *Synchytrium*.

Chacun des renflements ou articles précédents donne naissance à des sporanges ; leur formation n'a rien de cette régularité décrite chez les *Synchytrium* (pl. III, fig. 25) ; le protoplasma s'isole en masses irrégulières (fig. 2-3) de grosseur excessivement variable : la séparation n'est pas absolument simultanée ; elle peut être terminée à l'extrémité d'un filament, alors qu'elle n'a pas encore commencé un peu plus bas dans le même filament (fig. 2-3) ; les sporanges possèdent de deux à six noyaux selon leur grosseur ; quelques-uns en possèdent davantage ; leur membrane est très mince. Il se forme dans chaque sporange autant de zoospores qu'il y a de noyaux ; nous renvoyons pour leur étude le lecteur aux deux mémoires cités.

Le *Woronina polycystis* a été obtenu sur une grande espèce d'*Achlya* et sur le *Saprolegnia monoïca* (fig. 4).

3° *Rozella septigena* Cornu

(Pl. V, fig. 1-2)

Pendant la période végétative, cette espèce présente les mêmes caractères que le *Woronina* (1) ; mais les noyaux sont mieux caractérisés, plus gros : peut-être ce fait est-il dû simplement à la vigueur de la végétation.

Ces noyaux sont nucléolés : le nucléole est gros, sphérique ou anguleux, très dense ; il se colore bien par les réactifs carminés : il est entouré par du hyaloplasme et une membrane nucléaire.

Dans certains articles, ces noyaux se trouvent vers le centre au nombre d'une douzaine (fig. 1), et en voie de multiplication par division directe ; le protoplasma qui les entoure est finement granuleux. Le plus souvent, le protoplasma des articles est dense

(1) Max Cornu, *Loc. cit.* Fischer, *Loc. cit.*

et les noyaux sont régulièrement espacés : la fig. 2 donne une bonne idée du parasite et de sa structure. Dans l'article terminal on voit de nombreux noyaux nucléolés, bien caractéristiques : dans le moyen, les zoospores sont formées : chacune des zoospores possède un noyau nucléolé central entouré d'un protoplasme peu dense : l'article inférieur ressemble à l'article supérieur ; il se renfle d'un côté. Enfin, au-dessous, le filament ne contient que quelques traces de protoplasma avec de rares noyaux. Il est assez difficile de dire si ces noyaux et ce protoplasme appartiennent à l'hôte ou au parasite.

Les *Rozella* et les *Woronina* présentent entre eux de grandes ressemblances au point de vue histologique : mais ils diffèrent assez profondément des *Synchytrium* avec lesquels on les réunit dans un même groupe.

III

Olpidiacées

Je ne m'arrêterai pas ici à examiner les limites de ce groupe (1) ni la validité des genres qui le constituent ; je pense que plusieurs de ces genres devront rentrer dans le genre *Olpidium*.

Je me bornerai à étudier, au point de vue histologique, deux espèces.

1° *Olpidiopsis Saprolegniæ* Braun (Cornu)

(Pl. IV, fig. 5-8)

Le développement de cette espèce a été très bien indiqué par Cornu (2) ; les sporanges se trouvent en nombre variable dans les filaments de *Saprolegnia ;* ils en occupent fréquemment l'extrémité renflée (fig. 5). Le protoplasma du *Saprolegnia* forme une couche autour des sporanges et il envoie des trabécules rejoindre

(1) Voir G. Lagerheim. Sur un genre nouveau de Chytridiacées (Journal de Botanique, n° 24, 1888).

P.-A. Dangeard. Mémoire sur les Chytridinées (Le Botaniste, 1re série).

(2) Max. Cornu. *Loc. cit.*

la couche pariétale : plus bas, dans le tube, il est souvent très raréfié.

La structure des sporanges se montre sous deux aspects principaux, reliés entre eux par des états intermédiaires.

Au début, le protoplasma est très vacuolaire ; il forme superficiellement des mailles larges ; à l'intersection de ces mailles se trouvent les noyaux ; ils sont très petits et se présentent comme un petit amas simple de chromatine ; à partir de la spore uninucléée, le nombre des noyaux augmente progressivement; il est d'une vingtaine dans des sporanges qui, ayant presque atteint leur grosseur définitive, n'ont pas encore perdu leur structure vacuolaire (fig. 6).

Plus tard, le protoplasma s'épaissit et le nombre des vacuoles augmente, en même temps que leur grosseur diminue ; le sporange a un aspect écumeux ; en même temps, les noyaux se multiplient rapidement.

Les vacuoles disparaissent, les noyaux s'espacent régulièrement (fig. 7) ; le globule de chromatine qui les constitue est dense, assez gros, régulier ; il ne paraît pas entouré de hyaloplasme nucléaire.

Le protoplasma se groupe autour de chacun de ces noyaux pour constituer les zoospores qui sortent ensuite par un long col.

On rencontre très fréquemment des spores durables dans cette espèce. Fischer a montré que ce sont des kystes formés sans le concours d'aucun acte sexuel : il nous a été impossible de faire leur histologie d'une manière fructueuse; de bonne heure, en effet, ces kystes s'entourent d'une zone épaisse incolore qui gêne l'observation ; nous avons seulement réussi à voir qu'ils ont plusieurs noyaux ; la figure 8 montre de gros noyaux nucléolés appartenant au *Saprolegnia* qui se trouvent au contact direct de cette zone ; la membrane du kyste se colore de bonne heure en brun, et elle finit par montrer à sa surface un nombre considérable de petites épines.

2° *Olpidiopsis Aphanomycis* Cornu

(Pl. IV, fig. 9-11)

Cette espéce a été décrite par Max. Cornu qui n'a pu en achever le développement (1); nous allons combler quelques-unes des lacunes de sa description. Comme son nom l'indique, elle habite sur les *Aphanomyces ;* nous l'avons rencontrée également sur un *Pythium*; son histologie ne présente rien de particulier; on y trouve le stade vacuolaire avec noyaux peu nombreux (fig. 9) et la structure dense avec noyaux nombreux qui caractérise la fin du développement (fig. 10).

Les sporanges sont en général intercalaires, souvent groupés au nombre de deux à six : ils sont excessivement nombreux ; aussi leur étude n'offre-t-elle rien de difficile : un léger renflement du filament attaqué indique les jeunes sporanges : on en trouve qui n'ont encore que deux ou trois noyaux.

Sur les *Pythium*, ces sporanges restent généralement de petite taille : ils se développent davantage sur les *Aphanomyces :* les zoospores se forment comme dans l'espèce précédente : le col de sortie est long et dépasse beaucoup le filament renfermant les sporanges.

Les kystes présentent, au début de leur développement, cette zone incolore déjà signalée ; plus tard, l'épaisse membrane se couvre d'aspérités (fig. 11); le protoplasma interne se trouvait, dans plusieurs cas, séparé de la paroi par un espace incolore.

En résumé, chez les Olpidiacées étudiées, le noyau reste toujours très petit ; il n'a pas montré la structure vésiculaire : ces noyaux sont, au début, peu nombreux et occupent les mailles d'un réseau de protoplasma superficiel ; plus tard, le globule de chromatine est plus développé et les noyaux sont régulièrement espacés dans un protoplasma dense.

Les kystes sont plurinucléés différant en cela profondément de ceux des *Synchytrium*.

(1) Max. Cornu. *Loc. cit.*, p. 148.

IV

Chytridinées proprement dites

Dans ce groupe, par exception, l'histologie ne sera abordée qu'incidemment pour des raisons de force majeure, dont l'explication ne peut trouver place ici.

Cela est d'autant plus regrettable qu'il s'agissait là d'un phénomène très important, parce qu'il est rare chez ces plantes, je veux parler de la reproduction par œufs.

Rhizidium intestinum Schenk

(Pl. IV, fig. 13-18.)

Jusqu'ici les *Chytridium* et les *Rhizidium* ont été considérés comme étant absolument dépourvus de toute trace de sexualité ; on était d'autant plus fondé à porter cette conclusion que la présence de véritables kystes avait été signalée chez plusieurs espèces ; moi-même j'avais fait connaître ces kystes dans quelques cas, en particulier chez le *Rhizidium mycophylum* qui habite les tubes de *Nitella* (1)

Or, voici que j'ai rencontré dans cette même espèce, des formations qui, si elles ne représentent pas des œufs proprement dits, sont certainement un vestige de la sexualité primitive.

Voici en quoi consistent ces formations. Dans son état ordinaire, la plante se montre sous deux formes ; il y a les sporanges et les kystes. Les sporanges représentent la phase de multiplication ; les kystes, la phase de repos. La plante est toujours formée de deux cellules dont l'une végétative donne naissance à de très nombreux filaments nourriciers ; le protoplasma s'accumule dans la seconde cellule pour former des zoospores ou pour s'enkyster.

Dans ce dernier cas, le protoplasma s'entoure d'une forte membrane qui, plus tard, se subdivise en deux : elle se colore en

(1) P. A. Dangeard Recherches sur les organismes inférieurs. (Annales des sc. natur., 7e série, Bot., T. 4, 1886).

brun rougeâtre et se recouvre d'aspérités; ces kystes (fig. 15) ne sont autre chose que des sporanges qui auraient épaissi leur paroi, sans former immédiatement leurs zoospores.

Il n'en est plus de même des formations dont nous avons maintenant à parler; elles se sont produites dans des cultures datant de plusieurs années et qui étaient étroitement surveillées. La plante était très vigoureuse et chaque filament de *Nitella* renfermait un assez grand nombre d'individus; je remarquai que les cellules présentaient dans leur forme générale une irrégularité manifeste; puis la marche du développement se présenta avec des particularités nouvelles: le protoplasma se condensait en un noyau central sombre, entouré de globules oléagineux petits (fig. 16); à la surface du noyau central, une membrane se forma, délimitant ainsi une spore centrale et un périplasme. En un mot, il y avait là un oogone complètement semblable à celui des Pérénosporées: condensation de la portion centrale du protoplasma, formation d'une membrane et d'un périplasme. Le périplasme disparaît peu à peu; il est utilisé dans la formation des nombreuses petites épines qui recouvrent la membrane de l'oosphère: cette membrane devient très épaisse et prend une couleur rougeâtre qui masque complètement le contenu de cette oosphère (fig. 17-18).

Nous avons vainement cherché l'anthéridie: à la vérité, nous avons bien vu des sortes de renflements anormaux au voisinage de l'oogone (fig. 14 et fig. 16-17): mais il nous a été impossible de voir le passage de leur protoplasma dans celui de l'oosphère.

Les *Rhizidium* possèdent plusieurs noyaux: malgré des observations incomplètes, nous pensons qu'ils sont nucléolés. Sur les jeunes individus, on voit que ces noyaux sont localisés dans le sporange et qu'il n'y en a que peu ou point dans la cellule nourricière et les radicelles.

J'ai fait remarquer ailleurs que les Vampyrelles peuvent être attaquées par le *Chytridium globosum* (1): j'ajouterai ici que j'ai

(1) P.-A. Dangeard. Mémoire sur les Chytridinées (Le Botaniste, 1re série, p. 62.)

rencontré sur la *Vampyrella Spirogyrae* une seconde espèce : elle est représentée (fig. 12) ; les zoospores sortent par une papille terminale. Le développement ne diffère en rien de celui des autres espèces : je ne puis dire pour le moment si elle est nouvelle, mais je tiens à constater cet habitat singulier.

En résumé, il est certain maintenant que, dans le genre *Rhizidium*, il y a formation d'oosphères comme chez les Pérénosporées; il ne reste plus qu'à établir s'il existe des anthéridies normales ou s'il y a parthénogenèse. Dans ce dernier cas, ce serait un nouvel exemple à ajouter à ceux que l'on connaît déjà chez plusieurs Saprolégniacées et aussi chez certaines algues.

V

Ancylistées

Si je ne me trompe, on ne sait absolument rien sur l'histologie de cette famille : les principaux points de nos recherches sur l'*Ancylistes Closterii* ont été fixés dans une note à l'Académie des Sciences (1).

1° *Ancylistes Closterii* Pfit.

(Pl. IV, fig. 19-23)

Cette espèce vit en parasite dans les *Closterium* : on connaît son développement complet grâce au travail de Pfitzer (2) et à nos propres observations (3).

La recherche des noyaux présente une assez grande difficulté et voici pourquoi. Si l'on ne possède que quelques Clostéries attaquées, il est presque impossible de mettre la main dessus après toutes les manipulations exigées pour la fixation, la coloration et la déshydratation. D'un autre côté, lorsqu'on a réussi à surmon-

(1) P.-A. Dangeard. Etude du noyau dans quelques groupes inférieurs (Comptes-rendus de l'Académie des sciences. 29 juillet 1889).

(2) Pfitzer. Ancylistes (Monatsb. der Berliner Akad. 1872).

(3) P.-A. Dangeard. Recherches sur les organismes inférieurs. *Loc. cit.* p. 74.

ter ces obstacles, on se trouve en présence de Clostéries dont la paroi épaisse et le contenu opaque masquent le parasite.

Il est bon que le lecteur ait une idée de ces conditions défavorables ; il sera plus indulgent pour les lacunes inévitables qui peuvent se rencontrer dans ces sortes de travaux.

Lorsque le filament de l'*Ancylistes* vient de pénétrer à l'intérieur d'une Clostérie et s'y est allongé en forme de long boyau, on constate que les noyaux sont disposés en file unique et assez longuement espacés les uns des autres (fig. 20).

Cette disposition en file unique n'est d'ailleurs pas la seule et sur des filaments en voie de croissance, les noyaux peuvent être disposés sur deux rangs ou bien encore placés irrégulièrement (fig. 19) ; le sommet du filament en voie de croissance, ne montre pas de noyau, il est rempli d'un protoplasma finalement granuleux.

Plus tard, ces filaments se cloisonnent sans que le nombre des noyaux ait augmenté (fig. 21) : on remarque qu'il est assez différent dans chaque cellule.

La division des noyaux se produit dans les filaments en voie de croissance comme le témoignent les groupements par paires que l'on rencontre à ce moment (fig. 19) : elle a lieu par division directe.

Ces noyaux se détachent nettement du protoplasma : mais leur substance se colore uniformément, ne laissant voir aucune distinction en nucléole, hyaloplasme et paroi nucléaire.

Lors de la reproduction sexuelle, le protoplasma des filaments femelles se condense, comme l'on sait, dans des renflements séparés par des cellules vides : quant aux filaments mâles, généralement plus petits en diamètre, leurs noyaux sont peu nombreux et espacés.

Ces conséquences méritent d'être fixées : tandis que les auteurs s'accordent pour n'attribuer qu'un seul noyau aux œufs des *Perenospora* et des *Cystopus*, ici l'œuf renferme, même quand il est mûr, plusieurs noyaux. Il est relativement facile de les distinguer sur les jeunes oospores, alors que leur membrane

n'est point encore épaissie : on en décèle la présence de sept ou huit, ce qui représente un chiffre réel un peu plus élevé ; ils sont moins nettement distincts que ceux des filaments végétatifs ; quelquefois un peu plus gros (fig. 22) : un aspect assez rare est représenté en o (fig. 22) ; ils sont là étroits et recourbés en arc ; nous ne savons trop si cette disposition a une signification quelconque.

Dans l'œuf mûr (fig. 23), les réactifs passent difficilement au travers des deux membranes, endospore et exospore ; le protoplasma est condensé, épais ; il renferme plusieurs noyaux (fig. 23). Ces noyaux paraissent moins nombreux que dans l'oospore jeune ; que faut-il en conclure? On ne saurait être trop réservé dans l'état de nos connaissances actuelles sur l'histologie des Champignons. Pour ma part, je n'ai rien vu qui puisse faire admettre une fusion et on peut croire que plusieurs de ces noyaux ont été utilisés pour la formation des membranes. D'un autre côté, comme le protoplasma de l'oospore jouit d'une élection assez prononcée pour les matières colorantes, il n'est pas impossible que plusieurs de ces noyaux se trouvent masqués complètement.

En résumé, chez l'*Ancylistes*, le noyau ne s'est pas montré sous l'aspect vésiculaire ; il est constitué par un globule de chromatine qui se colore uniformément. Nous l'avons vu rarement entouré d'une petite zone incolore étroite qui le séparait du protoplasma.

Ces noyaux sont disposés en file unique dans les filaments étroits et jeunes : ils sont placés sur deux rangs ou dispersés irrégulièrement dans les filaments plus gros ou plus âgés.

Nous n'avons pas vu trace de division indirecte.

Lors de la segmentation en cellules, chacune de ces dernières renferme un nombre variable de noyaux.

Enfin, et c'est là le point le plus important, les oospores à tous les stades de leur développement renferment plusieurs noyaux : l'action de l'anthéridie n'a pu être élucidée.

2° *Resticularia* Nov. Gen (1)

(Pl. IV, fig. 24-31)

Ce nouveau genre doit être placé non loin des *Lagenidium* Zopf (2) et des *Myzocytium* : il est créé pour une espèce qui attaque le *Lyngbia æstuarii.*

Ces *Lyngbia* avaient été récoltés dans les fossés qui traversent le champ de Courses de Caen ; et nous avions, tout au début de nos études sur les organismes inférieurs, tenté des essais divers d'innoculation sur ces algues.

A ce moment déjà, nous avions vu et dessiné le parasite en question, à sa période végétative ; il avait les allures d'un *Pythium ;* comme aucune formation de kystes ou d'œufs n'avait eu lieu, nous n'avions pas jugé à propos de livrer à la publicité des observations aussi incomplètes ; ces observations ont été reprises avec plus de succès cette année.

L'algue était conservée dans des soucoupes de porcelaine recouvertes d'une lame de verre ; elle formait sur les bords un feutrage peu épais. On reconnaît la présence du parasite au changement de couleur de ce feutrage : les nuances deviennent disparates ; certaines parties restent bleu foncé ; d'autres deviennent plus claires, prennent une teinte jaunâtre ou se décolorent complètement.

Si l'on vient à examiner la cause de ce changement, on s'aperçoit qu'un grand nombre de filaments d'algues présentent dans leur axe un canal étroit, incolore, qui s'étend souvent sur une grande longueur ; ce canal n'est autre chose que le mycélium de notre Champignon (fig. 24-27).

Tantôt l'algue ne subit pas grande déformation : le filament reste droit : tantôt au contraire le *Lyngbia* se bossèle, se contourne de façons diverses.

On arrive parfois à reconnaître les premiers débuts du parasite

(1) De *Resticula*. Corde.

(2) Zopf. Zur kentniss der Ancylisteen und Chytridiaceen (Nova Acta, XLVII, 1884).

(fig. 24-25) : la spore qui lui donne naissance reste souvent extérieure (fig. 24) : le protoplasma est complètement incolore et hyalin : il est très peu granuleux : on voit seulement ça et là de petits globules huileux très réfringents.

Il progresse rapidement à l'intérieur de l'algue, abandonnant derrière lui un tube vide limité par une fine membrane : il est difficile de dire à quel moment se forme cette membrane pendant la croissance ; le contenu du *Lyngbia* éprouve des modifications profondes ; la gaîne est souvent intacte ; elle n'est sujette qu'à des déformations plus ou moins grandes ; mais le protoplasma des cellules se trouve digéré par le parasite. Ce dernier s'élargit souvent entre chaque cellule : son diamètre présente alors une série de renflements et d'étranglements caractéristiques; d'autres fois, le diamètre reste constant.

Lorsque deux hormogonies restent engagées dans la même gaîne, à quelque distance l'une de l'autre, le parasite réduit considérablement son diamétre pour passer de l'une à l'autre : on dirait qu'il tend à économiser sa substance afin de pouvoir parcourir une distance plus grande.

Ce qui frappe dans l'étude de cette espèce, ce sont ces divers aspects ; le mycélium reste généralement simple : il peut cependant être ramifié (fig. 26).

Les cellules du *Lyngbia* sont profondément attaquées : leur couleur change ; elle passe par toutes les teintes du bleu foncé, du bleu clair, du jaune : finalement, elles deviennent incolores.

Le filament, en voie de croissance, bute contre une cellule convexe (fig. 24).

Le parasite peut passer facilement d'un filament à l'autre et arriver ainsi à se propager rapidement, mais dans quelques cas, il forme des zoospores ; le filament se vide comme dans les *Pythium* ; le protoplasma s'amasse en boule à l'extrémité et il se fraction ne en zoospores peu nombreuses ; ces dernières sont assez grosses ; elles sont très actives. Autant que nous avons pu en juger, elles n'ont qu'un long cil, traîné à l'arrière ; leurs mouvemements sont vifs et saccadés comme chez les Chytridinées.

Après un temps plus ou moins long, elles se fixent sur un filament d'algue et germent rapidement (fig. 24-25).

La reproduction sexuelle se fait de la manière suivante : sur le trajet d'un même filament le protoplasma se condense par place comme le montrent les figures 29 et 30 ; on ne saurait faire aucune distinction entre le protoplasma mâle et le protoplasma femelle, bien qu'il y ait souvent l'une des portions un peu plus grosse que la seconde ; le filament mycélien sur lequel se forment ces zygospores ne paraît pas se cloisonner ; du moins, nous n'avons jamais réussi à voir une cloison quelconque.

Dans ces zygospores, le protoplasma se condense : ses caractères changent : dans le filament végétatif, il était incolore et il ne renfermait que quelques globules oléagineux ; dans les zygospores, il devient finement granuleux et une membrane épaisse le recouvre.

Plus tard, à maturité, ces zygospores, ont à leur intérieur, un gros globule oléagineux central, ou un peu excentrique ; il est entouré par une couche de protoplasma plus finement granuleux sous la membrane : celle-ci se décompose en deux parties : endospore et exospore (fig. 31).

Ces zygospores sont sphériques : leur diamètre est de 6 à 10 μ : quelques-unes sont allongées, elliptiques : on en trouve souvent de deux à dix dans le même filament de *Lyngbia*, sans qu'il soit généralement possible de dire si elles appartiennent au même individu.

Dans la figure 31, au bas, on voit que le globule oléagineux a disparu : il est remplacé par cinq ou six petits globules dispersés dans un protoplasma épais : c'est sans doute un état préliminaire de la germination : il nous a été matériellement impossible de continuer la culture jusqu'au bout.

L'étude histologique de ce champignon est difficile par suite de sa position à l'intérieur de l'algue : on arrive cependant à voir les noyaux lorsque le parasite passe entre deux hormogonies en diminuant son diamètre : ces noyaux sont en file unique et très éloignés les uns des autres, sauf quelques-uns qui viennent de

se diviser : ils sont formés par un petit amas de chromatine, ne laissant apercevoir dans les cas étudiés aucun nucléole (fig. 3, 4, pl. V).

Nous avons bien vu quelques petites taches chromatiques dans les jeunes zygospores, mais tous nos efforts pour les retrouver au moment de la maturité ont été vains : la membrane opposait une très grande résistance au passage des réactifs et la position du parasite à l'intérieur du *Lyngbia* n'est pas de nature à favoriser les recherches.

Ces spores durables ont été décrites par nous comme des zygospores : on s'expliquera facilement notre manière d'agir en comparant les figures 29 et 30 de la planche IV avec celle que Maxime Cornu d'un côté, Zopf de l'autre, nous ont donné des *Myzocytium* et des *Lagenidium*. Nous devons noter toutefois que la différenciation sexuelle est bien faible et que, dans beaucoup de cas, il devient impossible de la saisir. Nous donnons à cette espèce le nom de *Resticularia nodosa* sp. nov.

C'est ici le cas de rappeler que le *Lyngbia æstuarii* est aussi attaqué par un autre parasite, le *Chytridium subangulosum*, comme nous l'avons montré, il y a quelque temps déjà (1). Cette espèce a été revue tout récemment par E. de Wildeman en Belgique (2).

Cet auteur montre que le filament nourricier est entouré d'une membrane ; il a vu de plus que le nombre des sporanges peut s'élever jusqu'à six à l'extrémité d'un même filament ; j'ajoute que ce dernier fait n'est que le résultat de la largeur de l'oscillaire attaquée. Le mémoire de E. de Wildeman qui s'étend à vingt-une espèces est plein d'intérêt.

Notons enfin que les groupes II à V, qui viennent d'être étudiés sont maintenant réunis par Van Tieghem en une seule famille (3).

(1) P. A. Dangeard. Recherches sur les organismes inférieurs. (Ann. sc. 7e série, vol. IV).

(2) E. de Wildeman. Chytridiacées de Belgique (Annales de la Société Belge de microscopie (mémoires) t. XIV, 1890).

(3) Van Tieghem. Traité de Botanique, 2e édition.

VI

Saprolégniacées

Nous passerons en revue, dans cette famille, successivement les genres *Saprolegnia*, *Aphanomyces*, *Leptomitus*, *Pythium;* dans chacun de ces genres, plusieurs espèces, le plus souvent, ont été observées dans leur entier développement ; leur histologie a été faite au moyen des méthodes signalées au début de ce travail.

Hartog vient d'indiquer une technique spéciale que nous croyons utile de reproduire ici.

« A. Fixation. — Comme fixatif la solution saturée de sublimé corrosif. Après traitement par ce réactif, on lave à l'eau, puis on passe à l'alcool absolu.

B. Coloration. — On colore à la solution de carmin boracique de Naples et on décolore par la solution alcoolique d'acide acétique cristallisable. Cette coloration réussit mieux à la suite d'une très légère action d'une solution alcoolique de nigrosine très faiblement acidulée. Elle est complétée par une seconde coloration plus intense à la nigrosine.

C. Montage. — 1° Dans la solution de sulfophénate de zinc et glycérine mélangés à parties égales. Pour cela, l'objet est placé dans une goutte d'eau que l'on additionne très lentement du liquide conservateur.

2° Dans le baume. L'objet est placé dans de l'alcool absolu auquel on substitue goutte à goutte du xylol phéniqué, dans la proportion de 3 de xylol pour 1 d'acide phénique ; de temps à autre on décante le superflu. La substitution terminée, on ajoute quelques fragments de résine de baume du Canada. Au bout de vingt-quatre heures, la dissolution est complète ; il ne reste plus qu'à couvrir la préparation et à la sécher au bain-marie. Cette méthode déforme les organes sexuels.

3° Dans l'essence de santal jaune. La substitution de l'essence

à l'alcool s'opère très graduellement, absolument comme pour le xylol. Quand elle est achevée, on termine la préparation en la scellant avec le ciment à chaud pour verre, dit coaguline (1).

Nous regrettons que les résultats obtenus à l'aide de cette méthode par Hartog ne nous soient connus que par une note trop succinte; il nous eût été bien plus facile de faire la comparaison avec les nôtres, si nous avions eu devant nous le travail définitif: ce travail, croyons-nous, n'est pas encore paru.

GENRE SAPROLEGNIA

Le genre *Saprolegnia* est assez nombreux en espèces (2). On sait qu'il présente une particularité intéressante. Certaines espèces ont des anthéridies bien développées: d'autres en sont plus ou moins complètement dépourvues. Il était utile, dans l'étude de ce genre, de pouvoir disposer de ces deux termes extrêmes : ils ont été fournis par le *S. Thureti* d'une part et de l'autre par le *S. monoïca*.

1° **Saprolegnia Thureti** De Bary

(Pl. V, fig. 6-27)

Cette espèce est l'une des plus communes : elle se trouve décrite avec détails dans un travail dû à De Bary (3). Nous suivrons d'assez près cette description, surtout en ce qui concerne la reproduction sexuelle, ce qui permettra d'indiquer à chaque stade la structure histologique.

Dans les filaments végétatifs, les noyaux se présentent avec l'aspect vésiculaire : ils ressemblent exactement à ceux du *Spumaria alba* : une membrane limite un hyaloplasme au centre duquel se trouve un nucléole (fi. 9) : ces noyaux se trouvent plongés dans la masse du protoplasma ; si ce dernier se trouve

(1) Hartog. Technique applicable à l'étude des Saprolégniées (Bulletin de la Société Botanique de France, T. XXXVI, 1889).

(2) A. De Bary. Species der Saprolegnieen (Bot. Zeitung, 1888, n° 38 et suivants).

(3) A. De Bary et M. Woronin. Beitrage zur morphologie und physiologie der Pilze, IV.

réduit à des trabécules à la surface interne de la membrane, les noyaux se trouvent dans ces trabécules et à leur intersection (fig. 8). Si la croissance du filament est active, les noyaux sont allongés suivant l'axe ; si cette croissance est peu intense ou nulle, le noyau est sphérique ; c'est ce qui arrive en particulier dans les spores ; ces observations s'accordent avec celles d'Hartog. Il est bon de remarquer que le noyau ne se présente pas toujours avec l'aspect vésiculaire. En effet, le hyaloplasme peut se charger de chromatine ce qui masque alors le nucléole ; c'est ce qui se produisait également dans le *Spumaria*. Ces noyaux se multiplient par division directe par simple étranglement ; ils peuvent aussi le faire par division indirecte (1).

La formation des zoospores a lieu à l'extrémité d'un filament qui se sépare du reste par une cloison ; elle se produit suivant le mode général mis en évidence par Busgen pour les Phycomycètes (2).

Disons quelques mots de cette marche générale : cela nous évitera d'y revenir pour chacun des genres étudiés.

On peut distinguer quatre stades :

1° On voit apparaître dans le sporange des lignes de granules (kornerplatten) qui divisent le protoplasme en sections polygonales ; ces portions polygonales se trouvent bientôt séparées les unes des autres par des intervalles incolores (zellplatten) souvent plus larges que la paroi même du sporange ; ces intervalles seraient remplis par une substance intercalaire (zwischensubstanz) qui proviendrait, au moins en partie, des granulations précédentes (3).

2° Les intervalles incolores disparaissent ainsi que la vacuole centrale ; le protoplasma devient réfringent et homogène : ce stade dure peu.

3° De nombreuses petites vacuoles se montrent dispersées

(1) Hartog. Recherches sur la structure des Saprolégniées (Comptes-rendus 1889, p. 688).

(2) Busgen. Die Entwicklung der Phycomycetensporangien. (Pringsheim's Jahrb. Band XIII, Heft 2, 1882).

(3) Voir Strasburger. Zellbildung und Zelltheilung, III. Auf. 1880 p. 56.

dans le protoplasme ; elles disparaissent et réapparaissent à nouveau : on passe rapidement et graduellement au dernier stade.

4° Il se forme de nouvelles lignes de granules auxquelles succèdent des intervalles incolores comme au stade I : elles marquent la limite de séparation des zoospores (fig. 6) ; ces dernières s'arrondissent et s'isolent ; elles présentent une assez grande vacuole et d'autres plus petites.

D'après Hartog (1), il n'y a pas de substance intercalaire : les intervalles incolores limitant les spores sont remplis d'eau : il en résulte, d'après cet auteur, qu'il n'y a pas de substance expulsive dans le sporange mûr comme l'admettaient A. De Bary, Busgen, Strasburger ; la mise en liberté des zoospores est due à un stimulant chimique : l'oxygène.

Enfin cet auteur, dans sa note à l'Académie des sciences (2), admet que la séparation des spores n'est pas complète au stade d'homogénéité comme il l'avait pensé tout d'abord, d'après les observations de Rothert (3) ; les spores groupées d'abord au nombre de deux à cinq ne s'isolent que lentement.

D'après ce que j'ai vu chez le *Saprolegnia Thureti*, les premiers indices de la séparation des spores ne sont point dus à des lignes de gros granules : il y a tout simplement séparation progressive des portions polygonales ; sur certains sporanges, ces portions polygonales paraissaient bien distinctes et semblaient correspondre à une seule spore dès le stade I ; sur d'autres, les mêmes portions polygonales représentaient plusieurs spores ; elles sont granuleuses sur les bords et claires au centre.

A ce moment, il y a apport d'eau dans le sporange ; la cloison basilaire devient convexe, et le sporange s'élargit dans son milieu (Hartog) ; les lignes de séparation deviennent indistinctes ; des portions de protoplasma proéminent dans la vacuole centrale, s'étendent. Puis, le sporange se rétrécit en son milieu : la cloison

(1) Hartog. On the formation and libération of the zoospores in the Saprolegniae (Quaterly Journal of. micr. science, vol 27).

(2) Hartog. *Loc. cit.* p 688.

(3) Rothert. *Loc. cit.*

devient concave et le protoplasma fluide, clair et brillant, ne montre plus trace des divisions (1); cela dure quelques secondes; des vacuoles se montrent ca et là, et la séparation des zoospores se produit.

Lorsque parfois les zoospores, dans le sporange, se groupent en une masse compacte qui tourne sur elle-même, on voit qu'elles restent séparées les unes des autres par des lignes incolores, régulières, ayant tout l'aspect d'une paroi ; pour que le mouvement de la masse s'opère dans ces conditions, il est nécessaire que les zoospores soient unies par une substance intercalaire assez résistante. D'un autre côté, cette substance peut être reprise par le protoplasma : nous avons vu, en effet, des sporanges dans lesquels les zoospores après avoir présenté ce mouvement, se fondaient ensemble en une masse homogène.

Je crois pouvoir donner une explication des anomalies que semble présenter la formation des zoospores.

Le sporange renferme un mucus analogue à celui qui entoure les zoospores de Chytridinées : ce mucus est susceptible de se dissoudre dans l'eau ; c'est lui qui, au stade I, s'accumule, plus ou moins dense, entre chaque portion polygonale. Au stade II, l'arrivée de l'eau dissout ce mucus et les portions polygonales de protoplasma se réunissent à nouveau ; si la dissolution est complète, le protoplasma ne forme plus qu'une seule masse ; si elle est incomplète, quelques traces de division persistent.

L'eau étant rejetée par une contraction du sporange, cette période d'homogénéité dure peu et, après le stade III, le mucus se localise à nouveau entre les spores (stade IV).

Il pourra alors se présenter les deux cas suivants. Le sporange est mis en communication par sa papille terminale avec le milieu extérieur.

1° Si ce milieu est favorable, le mucus qui englobe les zoos-

(1) Toutefois, dans quelques cas, la réunion des diverses portions de protoplasma n'est jamais complète. — Unger d'abord (Einiges zur Lebensgeschichte der Achlya prolifera, *Linnea*, 1843), Walz ensuite (Bot. Zeitung, 1870) avaient vu cette réunion se faire d'une manière plus ou moins complète après le 1er stade.

pores se dissout et celles-ci, mises en liberté, s'échappent au-dehors en vertu de leur activité propre.

2º Si le milieu est défavorable, le mucus se dissout encore, mais ou les zoospores seront attaquées dans leur vitalité et pourront se trouver réunies en une seule masse homogène, ou bien elles réussiront à conserver leur individualité, à se sécréter une membrane : elles germeront plus tard sur place (fig. 7).

Nous nous rendons ainsi compte des variations qui se produisent dans la marche du phénomène, non seulement dans les divers genres, mais encore dans la même espèce.

Aucune division des noyaux ne se produit dans le sporange : le nombre des zoospores est égal à celui des noyaux (Hartog).

Nous allons maintenant suivre le développement des oogones et des oosphères.

L'oogone se produit généralement à l'extrémité d'un filament : dans le renflement, on voit s'accumuler du protoplasma riche en matières grasses : les noyaux sont alors dispersés assez également dans la masse (fig. 10) ; dans les cas favorables, on peut constater qu'ils sont encore nucléolés.

A la base du renflement, une cloison se forme qui limite l'oogone. La membrane s'épaissit : elle présente assez souvent des sortes d'ouvertures rondes dont la véritable structure a été indiquée par A. De Bary ; ce sont des sortes d'interruptions de la membrane, dont l'ouverture extérieure est fermée par une mince membrane souvent proéminente ; le chlorure de zinc colore la paroi de l'oogone en rouge violet, la paroi de la ponctuation reste incolore ou prend une teinte bleuâtre (De Bary). Nous avons constaté que, sous l'action de l'hématoxyline alunée, la paroi de l'oogone reste incolore alors que celle des ponctuations se colore vivement ; il en est de même avec le carmin ; ces ponctuations manquent souvent ; lorsqu'elles existent, leur nombre et leur position sont très variables.

Le protoplasma de l'oogone qui tout d'abord était plus sombre au centre, subit bientôt des changements importants : l'eau s'accumule au milieu et le protoplasma se concentre à la péri-

phérie : il y a donc ainsi une couche de protoplasma limitant une grande chambre centrale renfermant de l'eau (fig. 11). On aperçoit dans la couche de protoplasma un nombre variable de vacuoles : ces vacuoles peuvent, comme l'a vu De Bary, se fondre les unes avec les autres, ou disparaître lentement : elles se déplacent également ; elles sont logées dans l'épaisseur même de la couche pariétale plus près de la face interne (fig. 11) ; une vacuole peut arriver au contact de la chambre centrale et là diminuer graduellement de volume jusqu'à disparition.

Si l'on étudie histologiquement des oogones à cet état, on voit que les noyaux sont logés dans la couche pariétale ; leur nombre est souvent considérable : il est d'une centaine dans les gros oogones ; il descend rarement au-dessous d'une vingtaine (fig. 12-13).

Hartog pense que les vacuoles signalées précédemment ne sont autre chose que des noyaux à tous les stades de conjugaison ; cette observation ne me paraît pas exacte pour les raisons suivantes : 1° les vacuoles ont un diamètre bien supérieur à celui des noyaux (fig. 11-12) ; 2° le nombre des noyaux est en général au moins six ou sept fois plus élevé que celui des vacuoles ; enfin je pense avoir établi sur de bonnes préparations leur indépendance.

Dans la suite du développement, la couche pariétale diminue d'épaisseur ; les vacuoles y prennent une forme en biscuit ou allongée, et finalement disparaissent.

Alors commence la formation des oosphères ; le protoplasma qui formait sous la membrane une couche d'épaisseur sensiblement égale partout, se bombe en certains points et s'étire de plus en plus dans l'intervalle (fig. 14) ; au milieu de la partie bombée, se trouve un espace clair que De Bary croit pouvoir attribuer avec probabilité à la présence d'un noyau ; il diffère des précédentes vacuoles par sa réfringence.

Chacune des parties bombées se sépare de ses voisines et se porte brusquement vers le centre ; ces masses qui formeront tout autant d'oosphères s'arrondissent, mais leur surface est très irré-

gulière et animée de mouvements d'ondulation ; à ce moment, l'espace clair central a disparu. Ces oosphères se portent à nouveau vers la surface de l'oogone ; leur surface montre des protubérances qui finissent par disparaître; ces oosphères s'arrondissent et s'entourent d'une membrane ; à ce moment, l'espace clair central, considéré par De Bary comme un noyau, est visible à nouveau.

Est-ce bien un noyau en réalité? Avec l'iode, on peut déjà s'assurer qu'il y a bien au centre de l'oosphère un corpuscule sphérique (fig.17); sur les préparations au carmin, on retrouve ce corpuscule ; il est plus gros qu'un noyau ordinaire ; ses contours sont très nets; sa substance se colore un peu moins que le protoplasma environnant et elle paraît complètement homogène, sans aucune granulation. Ces caractères ne s'accordent guère avec ceux d'un noyau ; si on devait le considérer comme tel, il serait d'une nature particulière et la question de son origine se poserait. Le nombre des noyaux d'un oogone étant bien supérieur à celui des oosphères, il faudrait admettre qu'un certain nombre de noyaux prennent des caractères particuliers ; or, si l'on examine les oogones au stade représenté (fig. 14), on voit qu'ils deviennent de plus en plus indistincts ; on finit par ne plus voir autre chose que de fins granules de chromatine, disséminés dans le protoplasma ; la substance des noyaux semble s'être éparpillée ; cet aspect persiste alors que les oosphères sont déjà formées et recouvertes d'une fine membrane.

Si l'on considère que le corpuscule sphérique est visible au centre de l'oosphère, ou se trouve remplacé par une vacuole, selon que les matériaux d'étude ont séjourné plus ou moins longtemps dans l'alcool ou le chloroforme ; si l'on ajoute qu'un corpuscule semblable se trouve à la même place dans les oosphères plus âgées (fig. 22, 23, 24) et que ce dernier incontestablement est de nature oléagineuse, on est conduit à cette conclusion : le corpuscule sphérique que l'on trouve au centre des jeunes oosphères n'est pas un noyau : c'est le début du gros globule oléagineux caractéristique des oospores mûres.

Ce globule peut n'avoir pas la même densité en tous ses points : ainsi la fig. 22 en représente quelques-uns formés par un anneau assez large entourant une sorte de cavité ; à ce moment, il se colore assez peu par le carmin : un peu plus tard, (fig. 23) il prend une coloration intense et se trouve fréquemment séparé du protoplasma par un petit intervalle ; sur des oosphères voisines, il peut avoir complétement disparu. Sur les oospores mûres, la difficulté de coloration est très grande ; les réactifs refusent de passer au travers des deux membranes et on n'a pas la ressource de faire des coupes minces : des préparations traitées par un carmin alcoolique nous ont montré quelquefois le globule seul coloré, à l'exclusion du protoplasma qui l'entoure (fig. 24).

Si j'ai insisté sur ces détails, c'est qu'ils mettent hors de doute, pensons-nous, la nature non nucléaire de ce globule, malgré les colorations qu'il prend sous l'influence des réactifs. A quoi sont dues ces colorations ? On sait que les globules huileux renferment souvent diverses substances en particulier de la cholestérine ; rien n'empêche la présence également d'une certaine quantité de chromatine ; en tout cas, les recherches microchimiques ne peuvent donner pour le moment sur cette dernière question aucune certitude.

Reprenons l'étude du développement où nous l'avons laissé : l'oosphère vient de se recouvrir d'une membrane ; jusque là, l'action de l'iode ne dénotait la présence d'aucune granulation comparable à celles qui nous restent à étudier ; c'est, en effet, à ce moment, qu'apparaissent dans le protoplasma de l'oosphère des sortes de corpuscules que l'on pourrait prendre, à un examen rapide, pour des grains d'amidon ; l'action de l'iode les colore en brun sombre, tandis que le protoplasma prend une teinte jaunâtre ; ce dernier même est encore souvent resté incolore, alors que ces granules sont déjà colorés. Leur nombre est variable et il ne correspond nullement à l'âge des oosphères : dans le même oogone, on trouve des oosphères qui n'en ont qu'un à peu près central et alors assez gros, ou deux légèrement éloignés l'un de l'autre, ou enfin plusieurs (fig. 19).

Les oosphères, après la formation de la membrane, montrent souvent des petites vacuoles superficielles, ainsi que l'a signalé De Bary; il m'a paru qu'elles étaient en relation avec ces corpuscules; leur substance, en effet, est très peu dense : l'acide sulfurique les gonfle et les fait éclater.

Un peu plus tard, le protoplasma de l'oosphère présente plusieurs vacuoles intérieures qui peuvent se réunir en une seule dans laquelle le globule oléagineux se développe, à ce stade, comme à maturité, le nombre des corpuscules colorables par l'iode est très variable (fig, 26-27) : l'action de l'iode suffit seule quelquefois à les déformer.

Quelle est la nature de ces corpuscules ? La coloration brune qu'ils prennent sous l'action de l'iode semble démontrer qu'ils sont formés de glycogène ; cette substance existe chez beaucoup de champignons comme l'ont prouvé les belles recherches d'Errera (1).

Mais généralement le glycogéne ne se présente pas sous cette forme ; c'est souvent « une matière amorphe, hyaline, réfringente, de consistance demi-fluide imprégnant d'une manière diffuse tout le protoplasma (tissu de *Peziza vesiculosa,* ou accumulée, irrégulièrement par places *(Pilobolus)* (2). »

On la trouve cependant en gouttelettes dans les épithéliums d'après Claude Bernard (3) Schiele (4). C'est à cette forme que se rattache le glycogène des oosphères de *Saprolegnia Thureti.* Errera pense qu'il y a un rapport entre la présence de ce corps et la formation de l'huile, dans les asques de Pezize : c'est un point dont nous dirons quelques mots dans la seconde partie.

Il nous reste à voir ce que sont devenus les noyaux. Lors de la formation de la membrane, le protoplasma renferme une quantité de fins granules qui se colorent vivement par le carmin ; parfois même, on trouve un petit amas irrégulier de ces granules

(1) Errera. L'épiplasme des Ascomycètes et le glycogène des végétaux. Bruxelles, 1882.

(2) Errera. *Loc. cit.* p. 43.

(3) Claude Bernard. Leçons sur les phénomènes de la vie.

(4) Schiele. Das glycogène in normalen und pathologischen Epithelien. Inaug. Disser., Bern. 1880.

(fig. 15 et 18); très rarement, on voit l'aspect représenté fig. 20 ; mais de noyaux bien déterminés, aucune trace. Je n'entends point dire par là que ces noyaux ont complètement disparu ; le petit amas de chromatine en représente peut-être un ; mais je ne vois rien là de certain. D'ailleurs, sur les oosphères à maturité, le protoplasma qui se trouve entre le globule oléagineux et la membrane, renferme de cinq à huit corps qui, par leur grosseur et leur manière de se comporter aux réactifs, doivent être considérés comme des noyaux (fig. 23) ; proviennent-ils de la division d'un seul noyau ou sont-ils d'anciens noyaux qui, un moment masqués dans le protoplasme, reprennent ensuite leurs caractères ? Il nous est impossible de le dire pour l'instant ; mais quoi qu'il en soit, on voit que ces résultats diffèrent assez profondément de ceux qui ont été fournis par Hartog.

En effet, que dit Hartog ? Premièrement, que les vacuoles de l'oosporange sont des noyaux à tous les stages de conjugaison ; nous venons de voir pourquoi cette opinion nous paraît inexacte. Deuxièmement, que les noyaux composés provenant de la fusion se rassemblent par groupes dans l'intérieur des oosphères au premier état : or, à l'exception des globules de glycogène, nous ne voyons rien qui puisse rappeler, dans l'oosphère jeune, des noyaux composés ; d'ailleurs, Hartog ne parle pas du corpuscule central déjà signalé par A. De Bary. Troisièmement, Hartog admet que, dans l'oospore mûre, les noyaux se fondent en un seul ; il est difficile de dire, si ce noyau unique qu'il attribue aux oospores est le globule oléagineux ; c'est bien probable toutefois, car dans l'oospore mûre, je ne vois rien autre chose qui puisse amener une confusion.

Nous espérons que le travail définitif d'Hartog nous donnera la raison d'être des divergences qui nous séparent.

Au moment de la germination des oospores, le globule oléagineux disparaît ; il est remplacé par une vacuole ; les noyaux se trouvent dans la couche pariétale de protoplasma ; les débuts de cette germination rappellent assez exactement (fig. 25) la germination des zoospores.

Il m'a été donné d'examiner un sporange qui, au lieu de la forme ordinaire, s'était renflé à la manière d'un oogone ; les spores avaient leur forme ordinaire ; la plupart n'avaient qu'un noyau central ; d'autres montraient ce noyau en division ; quelques-unes possédaient quatre noyaux avant toute trace d'émission du filament germinatif ; l'apparence était bien celle que présente la germination des oospores.

Le nombre des oospores contenues dans un oogone est très variable ; il oscille entre un (fig. 16, 17, 21) et quarante ; cette limite est même quelquefois dépassée ; la plante se présente ainsi sous des aspects divers qui, au premier abord, sembleraient devoir appartenir à plusieurs espèces.

Il nous reste à faire quelques remarques en ce qui concerne l'oospore mûre ; sa structure est connue depuis longtemps ; elle est recouverte d'une membrane qui se subdivise en une épispore épaisse et une endospore plus mince ; l'intervalle compris entre le globule oléagineux et la membrane est rempli par un protoplasma uniformément granuleux (fig. 21). De Bary a remarqué dans ce protoplasma un espace clair qui se trouve séparé de la membrane et du globule par quelques fils protoplasmatiques ou même touche directement à la paroi ; il essaie d'établir une relation entre cette tache claire et celle qu'il a signalée au début des oosphères (1) ; il se demande encore si ce n'est point là un noyau. Nous pensons que cet espace clair qui existe dans les oospores à maturité, doit être attribué à une gouttelette de glycogène ; assez fréquemment, en effet, les oospores à maturité ne renferment qu'une gouttelette de glycogène (fig. 26-27) ; elle se trouve entre le globule oléagineux et la membrane.

2° **Saprolegnia monoïca** De Bary

(Pl. VI, fig. 1—5)

Cette espèce se distingue facilement de la précédente par la présence d'anthéridies : elle a été l'objet d'une étude complète de

(1) A. de Bary et Woronin. Beitr. IV, p. 61.

la part de A. De Bary et Woronin (1), son développement ressemble à celui du *Saprolegnia Thureti.*

Nous ne ferons ici qu'indiquer quelques particularités histologiques : les noyaux des filaments végétatifs sont nucléolés (fig. 1).

Il est beaucoup plus difficile de voir le nucléole des noyaux dans l'oogone : nous avons toutefois réussi sur de jeunes oogones : la fig. 2 dessinée à la chambre claire montre neuf noyaux : ces noyaux sont légèrement allongés en fuseau. Au contact de cet oogone se trouve une anthéridie ; elle se détache du filament principal un peu au-dessous de la cloison de l'oogone : son protoplasma très clair ne montre que quelques petites granulations au milieu desquelles on distingue deux noyaux : le nucléole n'était pas visible.

Les anthéridies se forment au-dessous de l'oogone à une distance très variable : leur développement suit en général celui de l'oogone; elles viennent s'appliquer sur lui vers le moment où il atteint sa croissance définitive : ces anthéridies se renflent au point de contact avec l'oogone : le protoplasma s'accumule dans ce renflement ; à ce moment, il montre de deux à quatre taches chromatiques, du moins sur les exemplaires que nous avons étudiés (fig. 3) ; ce renflement se sépare bientôt du reste du filament par une cloison.

Plus tard, lorsque les oosphères viennent de s'individualiser dans l'oogone, les anthéridies poussent de petits prolongements au travers de la membrane de l'oogone ; ces prolongements peuvent se ramifier et chacune des ramifications va s'appliquer sur une oosphère. Il semble qu'un échange de substance devrait se produire entre le filament de l'anthéridie et l'oosphère : les auteurs se prononcent généralement pour la négative (De Bary, Hartog) : nos observations ne nous permettent pas pour l'instant de nous prononcer.

Dans le *Saprolegnia Thureti*, il n'était plus possible de mettre

(1) A. de Bary et Woronin. Beitr. IV.

en évidence les noyaux dans les jeunes oosphères : dans le *Saprolegnia monoïca*, les jeunes oosphères présentaient de huit à douze taches chromatiques disséminées assez régulièrement dans le protoplasma (fig. 4) ; ce n'est qu'un peu plus tard que ces taches devenaient indistinctes ; ce fait correspond à une indication assez marquée du globule oléagineux (fig. 5) ; faut-il voir là une raison d'être des conclusions formulées par Hartog ?

GENRE APHANOMYCES

Le genre *Aphanomyces* contient plusieurs espèces : *A. lævis*, *A. stellatus*, *A. scaber*, A. *phycophilus* (1) ; aucun auteur ne s'est occupé jusqu'ici de leur histologie.

1° **Aphanomyces lævis.** De Bary
(Pl. VI, fig. 6-17)

Les filaments végétatifs forment sur le corps des mouches en culture un feutrage épais que l'on pourrait certainement confondre au début avec ceux que produisent les *Pythium* ; ils sont simples généralement, mais le mycélium qui pénètre dans le substratum est ramifié ; les noyaux sont nucléolés, faciles à voir lorsqu'il y a peu de protoplasma dans les tubes (fig. 6). Les filaments sporangifères sont d'un diamètre égal aux précédents ou un peu plus gros ; le sporange est très long, et sa partie inférieure souvent engagée dans le substratum. Les zoospores se forment comme dans le mode général, avec cette seule différence importante qu'il n'y a pas de lignes de granules (kornerplatten) précédant la séparation des spores ; on n'a pas décrit non plus de fusion des spores pendant la période d'homogénéité ; ces spores, formées en une rangée unique, gagnent l'extrémité du sporange et là restent souvent réunies ensemble en une masse (fig. 7), absolument comme dans les *Achlya* ; chacune de ces spores possède un noyau. Elles s'entou-

(1) Consulter : A. de Bary. Einige neue Saprolegnieen (Jahrb. f. wiss. Bot. II).
A de Bary et Woronin. *Loc. cit.* Beitr. IV.
Lindstedt. Synopsis der Saprolegniaceen, Berlin, 1872.
Busgen. *Loc cit.*

rent d'une membrane et donnent naissance bientôt à des zoospores réniformes à deux cils.

Dans des cultures prospères, les zoospores de seconde formation abandonnent un réseau hexagonal à parois très minces, disposé suivant une sphère régulière.

Nous allons maintenant étudier la fructification sexuelle.

Les oogones se forment généralement à l'extrémité des filaments; le protoplasma est granuleux, disposé régulièrement dans tout le renflement : il renferme des noyaux nucléolés (fig. 8, 10, 13) dont le nombre est de dix à quinze environ lors de la formation de la cloison basilaire.

Après l'établissement de cette cloison qui isole l'oogone, le protoplasma se condense en une couche pariétale limitant ainsi une chambre centrale renfermant de l'eau : les noyaux sont placés dans cette couche pariétale (fig 9).

La largeur de la chambre centrale augmente, alors que l'épaisseur de la couche pariétale diminue ; puis, en un point, le protoplasma se bombe formant un renflement interne ; ce qui reste de la couche pariétale se fragmente, sans quitter le contact interne de la membrane, en portions irrégulières, de largeur différente, séparées par des lignes claires. Après quelques changements dans la disposition de ces diverses masses, le renflement convexe de protoplasma se porte vers l'intérieur de l'oogone tout en restant relié à la paroi qu'il quitte par de longs trabécules. Il se trouve de la même façon réuni aux subdivisions de la couche pariétale ; ces trabécules limitent des chambres vacuolaires dont la largeur et la disposition varient lentement. Pendant tout ce temps, nous n'avons à noter aucun changement dans les noyaux dont le plus grand nombre se trouvent dans l'amas central.

Un peu plus tard, le protoplasma cortical se replie sur la masse centrale qui constitue l'oosphère ; l'eau envahit l'espace compris entre cette dernière et la paroi de l'oogone ; la surface de l'oosphère, d'abord irrégulière, s'arrondit très rapidement : à ce moment, nous retrouvons tous les noyaux à l'intérieur de cette

oosphère (fig. 14) ; ils sont cependant, dans plusieurs cas, moins nets.

Les oogones sont rarement dépourvus d'anthéridies : le plus souvent, ces organes se développent en même temps ; ce sont des filaments indépendants qui viennent s'appliquer sur eux étroitement, parfois avant qu'ils n'aient atteint leur grosseur définitive (fig. 10, 13).

De Bary et Woronin ont montré que, dans l'*Aphanomyces scaber*, l'anthéridie, lorsqu'elle arrive au contact de l'oogone, se divise en deux branches qui se reploient sur la surface, écartées l'une de l'autre par un angle variable (1) ; ils ajoutent d'ailleurs que l'anthéridie peut rester simple ou bien encore se ramifier suivant des dispositions plus compliquées ; c'est ce qui arrive ici également. Le protoplasma qui s'accumule à l'extrémité de l'anthéridie s'isole par une cloison : il est hyalin, légèrement granuleux par places : c'est là que se trouvent les noyaux dont le nombre est de trois à six environ (fig. 10, 11, 14).

Au moment où l'oosphère s'arrondit au centre de l'oogone, l'anthéridie émet au travers de la paroi un petit canal de communication qui va s'appliquer sur l'oosphère. L'existence de ce canal de communication ne saurait être mise en doute ; en effet, nos observations ont été faites, ainsi que nos dessins, avant d'avoir pu prendre connaissance du travail de De Bary et Woronin. Ces savants font plusieurs remarques importantes : ils n'ont vu aucune portion de protoplasma passer de l'anthéridie dans l'oosphère et il est hors de doute que, s'il y a réellement substance déversée, ce ne peut être qu'une minime partie du contenu de l'anthéridie ; celle-ci, en effet, reste longtemps turgescente et le protoplasma n'offre d'autres mouvements que ceux qui lui sont ordinaires : la production d'une membrane entourant l'oospore suit de près la formation du canal de communication et ce dernier ne tarde pas à devenir indistinct.

A ces observations, nous ajouterons celles que nous a fourni

(1) De Bary et Woronin. *Loc. cit.*

l'étude histologique ; le canal de communication s'est présenté sous deux aspects : 1° vide, avec une anthéridie renfermant encore à l'extrémité opposée trois noyaux ; 2° plein d'une substance colorée par l'hématoxyline, alors que la portion d'anthéridie visible ne renfermait que de l'eau ; cette substance colorée était-elle de la chromatine ? C'est probable.

Toujours est-il qu'à ce moment, les noyaux de l'oospore n'étaient plus distincts ; le protoplasma plus clair, du côté de la communication, renfermait des vacuoles ; à l'opposé, il était fort dense, coloré d'une façon intense par les réactifs, et montrait deux ou troits points plus sombres. Il est à remarquer, en effet, qu'à ce stade, la chromatine des noyaux semble s'être disséminée dans le protoplasme, ce qui n'est pas sans une analogie frappante avec ce que nous avons vu dans le *Saprolegnia Thureti*.

Lorsque l'oosphère s'isole au milieu de l'oogone, on distingue en son centre un espace clair considéré par De Bary et Woronin comme étant probablement un noyau (Kernfleck). Nous avons vu quelle était la nature de cette tache dans le *Saprolegnia Thureti* où la même opinion s'était fait jour ; nous le considérons comme le premier début du globule oléagineux. Plus tard, ce globule oléagineux se développe ; il présente à la maturité de l'oospore tous les caractères que nous avons vus dans les *Saprolegnia ;* cela nous dispensera d'y revenir. J'insiste cependant sur ce fait ; c'est, qu'assez fréquemment, il a été dissous par les liquides fixateurs : il se trouve alors remplacé par une grande vacuole : le protoplasma très grossièrement granuleux est disposé en croissant (fig. 16). A ce moment, les anthéridies ne montrent plus de protoplasma ; mais peut-être encore une ou deux taches chromatiques très faibles (fig. 16).

Nous pensons qu'à maturité, les oospores renferment plusieurs noyaux : on voit, en effet, dans le protoplasma, des globules réfringents qui paraissent de nature nucléaire ; comme il nous a été impossible de faire passer, d'une manière satisfaisante, les réactifs au travers des parois de l'oogone et de l'œuf, nous ne pouvons cependant rien affirmer.

De même, la présence du glycogène nous ayant été révélée trop tard, dans le *Saprolegnia Thureti*, nous n'avons pu rechercher cette substance dans les autres genres voisins où elle devrait, selon toute probabilité, exister ; c'est un point à éclaircir lorsque nous aurons pu à nouveau nous procurer des matériaux.

2° **Aphanomyces** sp.

(Pl. VI, fig. 18-23)

Nous rapportons à ce même genre une espèce dont les filaments sont beaucoup plus gros, plus vigoureux que dans l'*A. lævis*: malheureusement, la culture n'a pu être conduite jusqu'à la formation des oospores ; il s'agit peut-être de l'*A. stellatus*.

Rien n'est plus facile que de mettre en évidence les noyaux dans les filaments végétatifs ; dans ces filaments, le protoplasma a un reflet blanchâtre tout spécial ; il contient de nombreux microsomes très fins et peu de granulations. Les noyaux s'accumulent par places, surtout vers l'extrémité des filaments, parfois en quantité considérable (fig. 18-21) : ils se présentent alors sous l'aspect d'un petit amas plus ou moins régulier de chromatine ; ce n'est que, dans certains cas, lorsque par exemple, les microsomes deviennent moins nombreux, qu'il est possible de distinguer une membrane nucléaire et un nucléole (fig. 19) ; dans d'autres parties des filaments, les noyaux sont peu nombreux et très espacés les uns des autres (fig. 20).

Aucune formation de zoospores n'a été observée ; mais il s'est produit des spores abondamment ; le protoplasma des filaments se fragmente en portions comprenant deux ou trois spores qui se divisent plus tard (fig. 23) ; ces spores s'arrondissent, se recouvrent, à l'intérieur du filament, d'une forte membrane ; elles sont disposées en file unique, plus ou moins éloignées les unes des autres ; il n'y a que de rares exceptions ; elles ont un noyau central, assez gros, riche en chromatine. Un assez grand nombre de ces spores en possèdent deux, assez écartés l'un de l'autre sur un même diamètre (fig. 22, en bas). Elles germent facilement;

le protoplasma se porte, sous la membrane, en une couche pariétale où se trouvent les noyaux ; le filament germinatif se développe en un point, traverse directement la paroi du sporange ou suit plus ou moins longtemps l'axe même du sporange ; les noyaux passent de bonne heure dans le filament germinatif, et, si le milieu est favorable, ils se divisent activement.

D'autres fois, les spores, au lieu de s'arrondir en sphère, conservent la forme d'un cylindre plus ou moins allongé ; elles ne s'en recouvrent pas moins d'une membrane et germent comme les premières ; le nombre des noyaux peut varier de un à six (fig. 22), selon la grosseur.

GENRE LEPTOMITUS

Ne renferme qu'une seule espèce.

Leptomitus lacteus Agh.

(Pl. VI, fig. 24-31)

C'est sur les vieux bois, dans les lavoirs principalement qu'il faut aller chercher cette espèce : elle est très abondante à Caen et dans les environs ; ses longues touffes flexibles ne sont guère susceptibles d'une culture prolongée dans un laboratoire, à moins d'une installation spéciale.

Le *Leptomitus lacteus* a été étudié histologiquement par Busgen (1); aussi, bien que nos recherches aient été assez prolongées, nous n'aurons que bien peu de choses à ajouter aux résultats obtenus par cet auteur.

Les rameaux mycéliens sont très longs et très ramifiés : ils présentent de place en place des étranglements caractéristiques qui limitent des articles de longueur variable : le protoplasma renfermant quelques granulations grossières est peu abondant et localisé sous la membrane : on y trouve des noyaux nombreux nucléolés (fig. 25) ; parfois, il est impossible de distinguer le nu-

(1). Busgen. *Loc. cit.*

cléole (fig. 24) ; dans cette dernière figure, le filament terminal présente deux noyaux en division.

Outre les noyaux, on trouve dans chaque article un corpuscule sphérique, très gros, incolore ; il est souvent placé au niveau de l'étranglement comme un obturateur (fig. 24) ; nous étions arrivé après de nombreux essais à obtenir une coloration bleue par l'action successive de l'iode et de l'acide sulfurique : nous en avions conclu qu'il était formé de cellulose, mais de cellulose peu condensée, car il se dissolvait rapidement au contact de l'acide sulfurique, même très dilué, Nous avons vu depuis l'indication d'un travail de Pringsheim dans lequel il désigne ces corpuscules sous le nom de « cellulinkorner » et en étudie les propriétés. (1).

Les sporanges se forment à l'extrémité des filaments ou plusieurs articles au-dessous ; le protoplasma s'y accumule et l'article s'isole à ses deux bouts par une forte cloison ; le corpuscule disparaît. On voit apparaître des lignes de granules comme dans le cas général, puis apparaissent de grosses vacuoles irrégulières qui finissent par constituer au centre du sporange une grande vacuole centrale en zigzag. Si le sporange est riche en protoplasma, cette vacuole centrale se trouve subdivisée par des trabécules. On peut voir que le protoplasma est séparé en portions polyédriques sous la membrane.

Les traces de division disparaissent, ainsi que la vacuole centrale ; le protoplasma devient uniformément granuleux ; quelques vacuoles se montrent ; on les retrouvera plus tard dans les zoospores.

La division des zoospores est progressive ; le plasma se fragmente d'abord en portions plus ou moins grosses qui se subdivisent ensuite, sans qu'il y ait généralement formation préalable de lignes de granules.

Ces zoospores, formées en ligne unique, se dégagent les unes des autres et sortent par une papille latérale.

(1). Pringsheim. Berich. d. deut. Bot. Gesell. Bd I.

Nos observations confirment celle d'Hartog ; aucune division des noyaux ne se produit dans le sporange.

Après quelque temps d'activité, les zoospores s'arrètent et germent bientôt (fig. 29) ; leur filament germinatif est excessivement tenu et il présente, comme le mycélium adulte, des étranglements (fig. 28).

Il se produit également, dans cette espèce, des spores qui rappellent tout à fait celles de l'*Aphanomyces* : cela nous évitera d'y insister : leur germination est indiquée (fig. 30).

Dans des cultures à l'eau de savon, le *Leptomitus lacteus* a produit de nombreux rhizoïdes très ramifiés (fig. 31) ; ces rhizoïdes étaient dépourvus de toute espéce d'étranglement.

GENRE PYTHIUM

Le genre *Pythium* renferme de nombreuses espèces auxquelles il n'est pas toujours facile d'identifier celles que l'on rencontre (1); c'est ce qui nous engage à donner ici quelques indications sommaires à ce sujet.

1° *Pythium de Baryanum* Hesse. C'est sans contredit l'espèce la mieux étudiée ; elle attaque les jeunes germinations de *Lepidium*, *Camelina*, *Capsella*, etc. On doit y rattacher le *Pythium Equiseti* Sadebeck, d'après De Bary.

2° *Pythium proliferum* De Bary. Ressemble exactement à la précédente, mais elle ne vit que sur les insectes et n'attaque pas les plantes.

3° *Pythium megalacanthum* De Bary. Vit sur les germinations de *Lepidium*, mais se distingue facilement à ses oogones munis d'épines.

4° *Pythium gracile* Schenk. Vit à l'intérieur des algues. De Bary le rapporte à son *Pythium reptans* qui a le même habitat.

(1). Consulter : Hesse. Pythium de Baryanum, ein Endophytischer... Halle, 1874.
Sadebeck. Pythium Equiseti (Cohn's Beitrage, 1, 1875).
Schenk. Verh. der. phys. med. Gesell. Wurzburg IX, 1857.
Pringsheim. Jahrb. f. wiss. Bot. I.
De Bary. Jahrb. f. wis. Bot. II ; Bot. Zeit, 1881 ; Beit. IV.
Marshall Ward. Observations sur le genre *Pythium* (Quaterly journal, vol. XXIIIe 1883).

5° *Pythium gracile* De Bary. Attaque les jeunes cotylédons de *Camelina sativa.*

6° *Pythium monospermum* Pringsheim. Se trouve sur les insectes.

On peut confondre ces trois dernières espèces ensemble ; je les crois cependant distinctes. Le *P. proliferum* et le *P. monospermum* ont le même habitat, mais il est facile de les distinguer : dans le premier, l'oospore est séparée de la membrane de l'oogone par un intervalle appréciable ; dans le second, elle est au contact.

Il existe encore quelques espèces, incomplètement étudiées et caractérisées.

7° *Pythium intermedium* De Bary. Sur plantes vivantes et mortes. Caractérisé par ses sporanges superposés. Fructification sexuelle inconnue.

8. *Pythium ferax* De Bary. — Peu étudié ; fructification sexuelle inconnue.

9° *Pythium ? dichotomum* Dangeard. — Rencontré à l'intérieur des *Nitella* (1). Devra probablement constituer un genre nouveau lorsqu'il sera mieux connu.

Dans le genre *Pythium*, les sporanges se comportent de deux façons différentes selon les espèces ; dans la plupart d'entre elles, ce sont des renflements terminaux, quelquefois intercalaires, qui germent soit en donnant des zoospores, soit en produisant un tube (*P. de Baryanum, P. proliferum, P. megalacanthum*) ; dans les autres, le sporange n'est point renflé ; il ressemble en cela à celui d'*Aphanomyces* (*P. gracile*).

La formation des zoospores ne suit que d'assez loin le mode général (2). Ainsi, au premier stade, il n'y a que des traces du réseau de granules et la production des espaces clairs (zellenplatten) est très douteuse ; la présence de vacuoles espacées régulièrement ainsi que de taches sombres est caractéristique.

(1) P. A. Dangeard. Recherches sur les organismes inférieurs (Annales des sc. natur.. 7e série, Bot. t. IV.

(2) Consulter : Busgen, *Loc. cit.*

La séparation définitive des zoospores s'opère en dehors du sporange ; le protoplasme s'amasse en boule à l'extrémité d'une papille, si l'on a affaire à un sporange renflé, à l'extrémité du tube lui-même dans le second cas ; là, toute trace de division a disparu. Le protoplasma tourne sur lui-même, séparé de la mince paroi de la vésicule par un espace plus ou moins large, incolore ; sa surface est ondulée, des découpures s'y produisent en même temps que des lignes sombres délimitent les zoospores dans la masse. Celles-ci s'individualisent, s'agitent d'un mouvement propre et la fine membrane de la vésicule se dissolvant, elles nagent dans toutes les directions.

Nous étudierons ici deux espèces :

1° **Pythium monospermum** Pringsheim

(Pl. VI, fig. 32-38)

Rencontré en très petite quantité sur un insecte dans une culture (fig. 32). Après un traitement à l'hématoxyline ammoniacale, on aperçoit dans les filaments mycéliens des noyaux assez espacés; ils se présentent sous l'aspect d'une simple tache chromatique placée dans le protoplasma, au niveau d'un espace vacuolaire (fig. 35).

Les oogones sont en général intercalaires ; il y en a souvent plusieurs sur un même filament (fig. 34) ; ces oogones sont sphériques ; le protoplasma qui s'y accumule, se montre grossièrement granuleux ; ils renferment quelques noyaux au nombre de quatre à huit, plus gros que ceux du mycélium (fig. 35-36-37).

Les anthéridies partent de filaments différents de ceux qui portent les oogones ; chacun de ces derniers en présente de un à trois; leur contenu est excessivement hyalin, ce qui nous a empêché d'y faire nettement la distinction en périplasme et gonoplasme ; nous n'avons pu également y découvrir de noyaux. Ces anthéridies, renflées à leur extrémité, s'amincissent en bec pour perforer la paroi de l'oogone.

L'oospore reste au contact de la membrane de l'oogone sans

qu'il y ait de périplasme comme dans la plupart des espèces ; lorsqu'elle est mûre, son centre est occupé par un gros globule oléagineux (fig. 34): il nous a été impossible, à partir du stade représenté (fig. 38) de voir exactement ce que sont devenus les noyaux ; nous avons cru cependant les retrouver dans la couche de protoplasma qui entoure le globule.

2° **Pythium proliferum** De Bary

(Pl. VI, fig. 39-48)

Les noyaux des filaments végétatifs sont très réduits comme dans le *Pythium monospermum* (fig. 39) ; dans les zoospores, ils sont un peu plus développés lorsqu'elles sont au repos ; ils occupent le centre.

On sait que, dans la reproduction sexuelle, la marche du phénomène a lieu de la manière suivante : les oogones sont intercalaires, rarement terminaux ; ils s'isolent par des cloisons du filament qui les porte ; leur protoplasma, finement granuleux, est le siége de mouvements lents et de modifications ; les petits granules se rassemblant, constituent des globules nombreux. Jusque là, il est encore assez facile de mettre en évidence les noyaux (fig. 40-43). Les anthéridies sont des filaments légèrement renflés à leur extrémité qui vient s'appliquer sur la paroi de l'oogone ; leur protoplasma est d'abord homogène et hyalin et il s'isole par une cloison basilaire ; il peut y avoir de une à quatre anthéridies par oogone.

Plus tard, dans l'oogone, la masse constituée par les globules sombres se concentre vers le milieu de l'oogone ; elle se recouvre bientôt d'une mince membrane ; c'est l'oosphère. Entre cette dernière et la paroi de l'oogone se trouve abandonné un protoplasma clair dans lequel existent quelques granulations ; c'est le périplasme.

L'anthéridie est le siége de changements analogues ; son contenu se différencie également en une partie centrale avec gros granules *gonoplasme* et une couche pariétale hyaline *périplasme*.

Par son extrémité conique, l'anthéridie envoie au travers de l'oogone un petit canal de communication qui va s'appliquer sur l'oosphère. De Bary, Max, Cornu, etc. ont pu suivre le passage lent du gonoplasme dans l'œuf ; ce dernier se recouvre d'une forte membrane ; un fort globule oléagineux se forme au centre et il passe à l'état de vie latente.

Il eût été intéressant de pouvoir étudier histologiquement avec détails cet exemple ; car Fish s'est précisément appuyé sur lui pour avancer la fusion en un seul des noyaux mâles et femelles (1). Bien que nos observations soient encore incomplètes, nous pouvons dire que Fish a probablement été induit en erreur par le globule oléagineux dont la formation est analogue à celle que nous avons décrite dans les genres précédents ; quant aux noyaux, ils sont réduits à de simples taches chromatiques dont les diverses dispositions sont représentées (fig. 41, 42, 44, 45, 46) ; il nous a été impossible de suivre le sort des noyaux de l'anthéridie.

Le *Pythium de Baryanum* serait beaucoup plus favorable à cette étude, car on aurait la ressource de pouvoir faire des coupes au travers des oospores : les colorations alors seraient faciles ; malheureusement, jusqu'ici nos efforts pour obtenir cette espèce ont été vains.

VII.

Péronosporacées

Cette famille est divisée par Van Tieghem en deux sections (2).

I. Spores en chapelet : *Cystopus*.

II. Spores solitaires : *Phytophthora*, *Sclerospora*, *Plasmopara*, *Bremia*, *Peronospora*.

Nous avons eu à notre disposition la plupart de ces genres.

(1) Fish. *Loc. cit.*
(2) Van Tieghem. *Loc. cit.* p. 1086.

GENRE CYSTOPUS

Deux espèces ont été soumises à l'examen histologique,

1° **Cystopus candidus** Pers.

(Pl. VII, fig. 1-12)

La rouille blanche des crucifères est bien connue dans son développement, grâce aux travaux de Tulasne (1) et de A. De Bary (2) ; mais son histologie l'est très peu, si l'on considère les divergences qui existent au sujet de ce genre entre Fisch (3) et Chmielewskij (4) : c'est ce qui nous a engagé à en donner ici une étude assez complète.

Nos échantillons ont été recueillis sur le *Capsella Bursa pastoris:* le mycélium du parasite est très ramifié, localisé exclusivement dans les méats intercellulaires : il se met en communication avec les cellules par des sortes d'ampoules ou suçoirs très petits. Dans le mycélium, les noyaux étaient en général assez espacés : dans les ampoules, on n'en voit souvent qu'un ou même pas du tout.

Les conidies sont sphériques, disposées en chapelet : elles renferment un protoplasma hyalin, dans lequel il est facile de mettre en évidence les noyaux (fig. 1) : ils sont au nombre de cinq à sept, tout autant que le chiffre des zoospores que fournira la conidie (fig. 2). Il m'a semblé que tous ces noyaux venaient du mycélium et qu'il n'y avait pas de division lors de la formation de la conidie au sommet du filament claviforme (fig. 1) : il est cependant difficile d'obtenir une certitude absolue. Après avoir fourni un certain nombre de conidies, le filament claviforme s'épuise et il reste sans en produire de nouvelles ; sa membrane est assez épaisse et son protoplasma ne renferme que deux à quatre noyaux. On rencontre

(1) Tulasne. Second mémoire sur les Urédinées et les Ustilaginées (Ann. sc. nat.. 4e série, Bot., T. II).

(2) A. De Bary. Recherches sur le développement de quelques champignons parasites (Ann. sc. nat., 4e série, Bot., T. XX).

(3) Fisch. *Loc. cit.*

(4) Chmielewskij. *Loc. cit.*

des coussinets qui sont uniquement formés de ces filaments claviformes à l'état de repos.

Nous avons pu, en examinant un grand nombre d'échantillons, en trouver quelques-uns qui présentaient en abondance la fructification sexuelle ; les oogones se forment à l'extrémité des filaments mycéliens ; ils peuvent aussi être intercalaires.

Après inclusion dans la paraffine, selon la technique ordinaire, nous avons fait, dans les oogones et les oospores, des séries de coupes minces, au moyen du microtome ; les colorations les meilleures ont été données par l'hématoxyline ; nous avons pu nous assurer ainsi que les oogones contiennent de nombreux noyaux comme l'avait vu Fisch et non un seul noyau comme l'admet Chmielewskij. Ces noyaux, dans les oogones jeunes, se trouvent à l'intersection de nombreux trabécules protoplasmatiques formant réseau ; ils m'ont paru nucléolés (fig. 3) ; plus tard, ils sont dispersés dans un protoplasma assez dense (fig. 4-5) ; à ce moment, les nucléoles n'étaient plus visibles ; la nature nucléaire de ces corpuscules ne saurait être mise en doute ; ils ressemblent exactement par leur grosseur et leurs réactions à ceux que l'on trouve dans les conidies ; ils occupent également une position analogue dans le protoplasma.

Si j'insiste sur ce fait, c'est que Chmielewskij était arrivé aux conclusions suivantes, en se servant de la safranine : *Le protoplasma des jeunes oogones a une structure réticulée, et les nœuds du réseau qui se composent de plasma granuleux se colorent fortement par les réactifs ; de là, l'erreur de Fisch qui aurait vu de nombreux noyaux se réunissant plus tard en un seul* ; *en réalité, les jeunes oogones renferment seulement un gros noyau ayant la forme d'une ellipse* ; *à l'un des foyers, se trouve généralement un petit nucléole ; ce noyau se colore très faiblement et pour cette cause, il n'est visible que rarement et dans les préparations excellentes, sa substance est pauvre en chromatine; d'abord situé dans la couche pariétale, il s'avance ensuite vers le centre.*

Il est hors de doute pour nous que le corpuscule vu par cet auteur n'est pas un noyau ; c'est, il nous semble, le début d'un

corpuscule oléagineux en tout semblable à celui que nous avons vu dans le *Saprolegnia Thureti* ; il est visible de bonne heure sur certains oogones. Les raisons que nous avons à donner à l'appui de sa véritable nature vont être exposées plus loin.

Chmielewskij attribue à l'anthéridie un protoplasma en réseau et un noyau ayant même grosseur et mêmes propriétés que celui de l'oogone.

Avec Fisch, nous y avons vu plusieurs petits noyaux comme dans l'oogone (fig. 4) ; accidentellement, il a présenté une sorte de corpuscule sphérique.

La séparation en oosphère et en périplasme s'étant effectuée dans l'oogone, on constate que le protoplasma de l'oosphère est devenu très dense ; il forme encore un réseau, mais à très petites mailles ; il se colore fortement et d'une manière presque uniforme ; au centre, se trouve un corpuscule, de forme variable, plus ou moins coloré (fig. 6, 7). Dans le périplasme, la coloration s'opère d'une manière moins intense et elle laisse apercevoir plusieurs petits noyaux (fig. 6) ; bien que nous ayons cru devoir attribuer à des noyaux quelques taches chromatiques dans l'oosphère, les résultats sont moins précis ; on se retrouve en présence d'une sorte d'éparpillement de la chromatine, tout à fait comme dans le *Saprolegnia Thureti*.

Chmielewskij considère toujours le corpuscule central comme le noyau ; il admet qu'il se contracte un peu avant l'arrivée du protoplasma mâle et devient plus sensible aux colorants. Après le passage du gonoplasma de l'anthéridie dans l'oosphère, il retrouve les deux noyaux dans l'oospore, d'abord éloignés l'un de l'autre, puis rapprochés, puis en fusion ; l'oospore mûre ne renferme qu'un noyau. Fisch arrive aussi à admettre un seul noyau dans l'oospore mûre ; mais pour lui, il résulte de la fusion des nombreux petits noyaux de l'oogone et de l'anthéridie.

Or voici ce que nous avons vu ; une oospore mûre renferme un gros corpuscule central qui se colore fortement à l'hématoxyline ; ce n'est autre chose que le gros globule oléagineux que l'on trouve à l'intérieur des oospores, en particulier dans les Saprolé-

gniacées et les Péronosporées ; on le rencontre sous les aspects les plus variés : c'est une sphère régulière qui se colore d'une manière homogène ou seulement en certains points (fig. 8, 9) ; tantôt c'est un anneau (fig. 10) qui seul se colore, ou même un simple arc de cercle ; si l'action du chloroforme a agi pendant longtemps, il n'y a même plus de coloration : le globule est remplacé par une vacuole ; parfois, lorsqu'il n'a pas été soumis aussi longtemps à l'action des dissolvants, il a l'aspect d'une éponge (fig. 11) ; ou encore, il est étiré suivant un diamètre, ou enfin semble formé de deux masses accolées ou même séparées ; c'est sans doute ce qui explique l'interprétation de Chmielewskij ; mais je le répète, il n'y a rien là qui rappelle un noyau.

Que sont donc devenus les véritables noyaux ? Un instant masqués dans l'oospore pendant la fécondation, ils se retrouvent avec la plus grande netteté dans l'oospore plus âgée ; celle-ci, débarrassée des substances qui ont contribué à la formation du globule oléagineux, montre nettement sur une section de huit à douze noyaux (fig. 9, 10, 11) ; ils sont placés dans la couche de protoplasma finement granuleux qui s'étend entre le globule et l'endospore ; ils ressemblent par leur grosseur, leurs propriétés et leur structure à ceux que nous avons rencontrés dans les organes végétatifs.

Ainsi donc, nous arrivons à cette conclusion, c'est que, des noyaux de l'oogone, les uns restent dans le périplasme ; ils vont contribuer à la formation de l'exospore, les autres restent dans l'oosphère ; à ces derniers se joignent probablement—ils nous a été impossible de suivre le passage—les noyaux de l'anthéridie. En tout cas, on trouve dans l'oospore mûre une vingtaine de noyaux environ ; le corpuscule central, dont on retrouve les premières traces dans l'oogone, grossit peu à peu ; sa substance devient de plus en plus sensible aux réactifs ; il se montre, suivant les agents fixateurs et les réactifs employés, sous divers aspects ; mais sa nature oléagineuse est certaine : on ne saurait y voir un corps de nature nucléaire.

En quoi consiste donc la fécondation chez ces plantes ? Assuré-

ment, elle n'offre pas les caractères observés chez les plantes supérieures : les noyaux mis en jeu ne montrent pas sous nos grossissements de segments chromatiques, d'anses chromatiques; si la fusion existe, ce n'est pas dans les conditions qui ont été indiquées, mais dans les conditions qui restent à déterminer. D'ailleurs, il n'est rien moins que certain qu'une fusion ait lieu; la fécondation chez ces plantes n'a qu'une importance, il semble, peu considérable, comme le témoignent les nombreux cas de parthenogenèse observés chez les *Saprolegnia*, les *Aphanomyces*, les *Pythium;* tout se passe cependant, chez ces derniers, comme dans le cas d'une fécondation.

On remarquera que les résultats de notre étude peuvent être facilement acceptés, même par ceux qui n'auront pas le loisir de vérifier ; dans le cas d'un seul noyau dans l'oospore mûre, comment expliquerait-on la germination en nombreuses zoospores? Le noyau de ces zoospores devrait provenir par division du gros globule central ; or, on sait que ce globule non-seulement ne se divise pas, mais encore qu'il disparaît à la germination et se trouve remplacé par une vacuole. D'un autre côté, les oospores germent absolument de la même façon que les conidies; les unes et les autres sont plurinucléées; c'est tout naturel et c'était à prévoir. Quant à savoir avec certitude s'il ne se produit aucune division de noyaux dans l'oospore, comme dans les conidies, la chose est impossible pour l'instant.

Il nous reste à dire quelques mots des membranes qui entourent l'oospore ; on distingue d'une part l'endospore, de l'autre l'exospore.

Zalewski a étudié leur formation et leur structure avec beaucoup de soin (1) ; nous ne pouvons guère que confirmer les résultats de son travail. Il a pu étudier sous le microscore la production de l'exospore aux dépens du périplasme ; elle peut être subdivisée, dans les *Cystopus* en général, en quatre couches : 1º une membrane excessivement mince, homogène, cutinisée au

(1) Zalewski. Zur Kenntniss der Gattung Cystopus. (Bot. Centralblat. Band XV, nº 7, 1883).

contact de l'endospore ; 2° une couche d'épaisseur variable, rarement homogène, cutinisée, souvent finement ponctuée ; c'est la principale dans le *C. candidus* ; les ponctuations sont dues à de petits canaux qui la traversent perpendiculairement à sa surface (fig. 12) ; elle manque dans plusieurs espèces ; la troisième membrane est formée de cellulose : elle est bien développée dans le *C. sibiricus* et *C. Convolvulacearum* ; dans le *C. candidus*, elle s'étend dans l'axe des protubérances et elle se trouve recouverte d'une croûte cutinisée qui est considérée comme la quatrième couche. On peut facilement faire, au moyen de l'hématoxyline, la distinction de la troisième couche cellulosique ; elle se colore fortement par ce réactif et se détache alors très bien de la partie superficielle cutinisée (fig. 12).

L'endospore est très épaisse ; elle est constituée par de la cellulose pure comme l'a montré De Bary ; Max. Cornu avait cru pouvoir la diviser en trois couches. Avec De Bary et Zalewski, nous pensons qu'elle ne peut être subdivisée ; elle se colore par l'hématoxyline et le carmin (fig. 11).

Zalewski, étudiant l'oospore mûre des *Cystopus*, remarque qu'il existe, entre le globule oléagineux et la membrane, quelques taches rondes au nombre de trois ou quatre et même davantage ; il ignore si ce sont des vacuoles ou des amas de fin hyaloplasme. Je suis persuadé que ce sont les noyaux que nous avons réussi à colorer ; le nombre indiqué est trop faible, il est vrai, mais cela peut dépendre des difficultés de l'observation.

2° **Cystopus cubicus** Strauss

(Pl. VII, fig. 13-16).

Les échantillons étudiés ont été récoltés sur *Scorzonera hispanica* ; les conidies, comme toujours, se développaient en très grande abondance et formaient sur les feuilles de longues pustules.

La fig. 13 montre le début d'une de ces pustules : les filaments mycéliens donnent naissance, sous l'épiderme, à des ramifications

claviformes qui deviendront les basides : dans ces jeunes basides, le protoplasma est assez dense, homogène et il ne montre qu'un ou deux noyaux qui proviennent du mycélium ; à cet état, l'épiderme est déjà légèrement soulevé : plus tard, ces basides proéminent au dehors. Elles forment les conidies de la manière que l'on sait : l'extrémité obtuse s'étrangle et s'isole par une cloison constituant ainsi une conidie, une seconde se forme de la même façon repoussant la première et ainsi de suite.

Zalewski a montré que chez les *Cystopus* (1) les conidies étaient séparées par trois membranes ; deux d'entre elles, la supérieure et l'inférieure ayant l'aspect de la membrane même de la conidie : l'autre intermédiaire de nature gélatineuse : c'est par dissolution de cette dernière que les conidies sont mises en liberté.

Au point de vue de l'histologie, nous n'avons qu'à constater une distribution des noyaux analogue à celle que présente le *C. candidus* (fig. 14).

Même remarque en ce qui concerne les noyaux des oogones (fig. 15-16) : ils sont placés dans les oogones jeunes, à l'intersection des mailles d'un réseau large de protoplasma granuleux (fig. 15) ; la formation des œufs n'a pas été suivie dans cette espèce faute de matériaux convenables.

GENRE PHYTOPHTHORA

Ce genre sert à désigner le parasite si répandu qui cause la maladie des pommes de terre.

Phytophthora infestans De Bary

(Pl. VII, fig. 22)

Il ne saurait être question ici que de l'histologie, car le développement même a été étudié sous toutes ses faces et on ne peut guère compter que sur un heureux hasard pour découvrir la fructification sexuelle encore inconnue.

Ce champignon se développe sur les feuilles, les pétioles, les

(1). Zalewski. Flora, 1883 et *loc. cit.* p. 216.

tiges et les tubercules de la pomme de terre ; nous avons soumis à l'action des réactifs colorants des coupes minces de feuilles ; le mycélium est très difficile à apercevoir : il circule dans les espaces intercellulaires et comme De Bary l'a montré, il ne présente que de très rares suçoirs. Les noyaux se présentent sous l'aspect de simples petites taches chromatiques ; il est bien plus aisé de les voir dans les filaments conidifères ; ces filaments sortent de la feuille par les stomates en nombre plus ou moins grand (fig. 22) ; ils ne présentent que deux à six rameaux dont les inférieurs sont les plus longs : ces rameaux possèdent une série de renflements qui correspondent à la production d'autant de conidies. En effet, la première conidie est terminale, mais elle se trouve rejetée latéralement par la croissance du rameau et finit par se détacher ; une seconde conidie se forme de la même façon et subit le même sort.

Au moindre contact de l'eau, les conidies se détachent sur les préparations, on ne retrouve donc que les filaments qui les portent : leur examen est instructif; il nous montre de nombreux noyaux, surtout dans les rameaux (fig. 22). Quoique fort petits, ces noyaux sont cependant obligés de s'étirer beaucoup (fig. 22) pour passer dans l'axe qui supporte les conidies ; ce passage rappelle exactement ce qui a été décrit par Rosenvinge dans les basides des champignons supérieurs (1).

Nous n'avons vu dans les conidies aucune trace de division des noyaux ; il est à croire qu'ils proviennent tous du mycélium et des filaments conidifères.

Ces conidies sont ovales, entourées d'une mince membrane ; le nombre des noyaux est d'une douzaine en moyenne ; il se forme tout autant de zoospores : ces zoospores, outre leur noyau, montrent encore une vacuole sur les bords de laquelle sont insérés les deux cils. Ces détails sont bien visibles lorsque les zoospores ont quitté le sporange par la papille terminale.

On sait que les conidies peuvent également germer en un fila-

(1) Rosenvinge. *Loc. cit.*

ment qui pénètre directement dans la plante ou donne lui-même une nouvelle conidie.

GENRE BREMIA

On peut se procurer avec la plus grande facilité le parasite qui attaque un grand nombre de composées, les Laitues en particulier.

Bremia gangliformis Berk

(Pl. VII, fig. 17-21)

C'est cette espèce qui cause sur les Laitues la maladie du meunier ; ses conidies forment sur les feuilles une poussière blanche abondante. La raison de cette abondance, nous allons la trouver. Si l'on examine le mycélium, on voit d'abord que ses filaments sont gros ; le protoplasma est très granuleux et il renferme des noyaux en quantité considérable (fig. 18) ; la croissance étant, en général, très active, ces noyaux s'allongent suivant l'axe, comme dans les Saprolégniées (fig. 19) ; le plus souvent, leur substance se colore uniformément ; nous avons vu cependant parfois un nucléole; leur grosseur est variable.

Dans les filaments plus âgés, le protoplasma est beaucoup moins granuleux et le nombre des noyaux est aussi moins considérable (fig. 17) ; ils ne sont jamais dans les grands espaces vacuolaires ; leur forme est sphérique, les suçoirs sont gros, ovales ou falciformes : leur protoplasme est vacuolaire ; il renferme de trois à sept noyaux en moyenne (fig. 17-18).

On conçoit facilement qu'avec un tel nombre de noyaux dans son mycélium, le parasite puisse donner des conidies en abondance ; ces conidies renferment jusqu'à vingt noyaux et même davantage (fig. 20) ; elles se forment, dans ce genre, sur une large plaque du rameau support ; à la germination, on retrouve les noyaux dans le filament germinatif (fig. 21).

GENRE PLASMOPARA

Deux espèces étudiées :

1° **Plasmopara nivea** Unger

(Pl. VII, fig. 23-24)

Les échantillons ont été recueillis sur les feuilles d'*Ægopodium podagraria*. Les renseignements obtenus sont les suivants : la fig. 23 montre une touffe conidifère qui montre le début des conidies ; les noyaux qui arrivent du filament support passent dans le petit renflement ; chacun de ces derniers possède de un à quatre noyaux malgré son exiguité. On comprend qu'il est difficile de dire s'il y a division ou seulement arrivée de noyaux dans ces renflements. Je me range plus volontiers à cette dernière opinion: plus tard, le chiffre des noyaux est de douze à quinze environ.

Je n'ai rencontré que deux oogones, l'un jeune, nettement plurinucléé (fig. 24) : l'autre plus âgé et montrant au centre une oospore ; la membrane de cette dernière était très épaisse et ne laissait voir au centre qu'un corpuscule sphérique, assez gros, que nous avons facilement identifié avec le globule oléagineux central des *Saprolegnia* et *Cystopus*.

2° **Plasmopara densa** Raben.

(Pl. VII, fig. 25-36)

Cette espèce a été rencontrée sur les feuilles de *Rhinanthus minor*.

Le mycélium est très abondant dans les espaces intercellulaires de la feuille ; il porte çà et là de petits suçoirs (fig. 35). Le protoplasma du mycélium est granuleux et il est souvent strié suivant l'axe, comme s'il était soumis à un courant actif : dans ce cas, les noyaux, toujours nombreux, se présentent sous l'aspect de simples traits ; c'est dire qu'ils sont très fortement étirés : à ce moment, leur substance se colore uniformément par le carmin ou l'hématoxyline ; ce n'est que dans les parties abandonnées par le protoplasma, que nous avons vu dans les noyaux un nucléole (fig. 36).

Les filaments du mycélium peuvent sortir de la feuille, per-

pendiculairement à la surface ; la fig. 25 indique la disposition que peuvent prendre les noyaux dans ce cas.

Les conidies sont portées par des filaments dont l'aspect est représenté (fig. 37) ; les rameaux sont dichotomes ou plus rarement trichotomes ; leur formation et leur structure ne diffèrent en rien de ce qui a été décrit dans les espèces précédentes.

L'étude histologique de la fructification sexuelle présentait un grand intérêt ; malheureusement, les dimensions des organes sexuels sont assez faibles, ce qui gêne considérablement l'observation.

Au début, les oogones sont très vacuolaires ; le nombre des noyaux peu élevé (fig. 26) ; quelques-uns présentent deux lignes parallèles (fig. 26), ce qui pourrait être interprété comme un stade de division ; plus tard, le protoplasma devient assez dense et granuleux ; le nombre des noyaux est d'une vingtaine ou même davantage (fig. 27, 28). A ce stade, on distingue, en général, très bien l'anthéridie (fig. 27) ; elle renferme en moyenne de trois à six noyaux.

Du côté de l'anthéridie, nous avons plusieurs fois remarqué dans l'oogone une vacuole plus ou moins grande et bien délimitée (fig. 29) ; avec une vacuole beaucoup plus réduite, on voyait que la plupart des noyaux s'étaient rapprochés de la surface (fig. 30) ; on en distinguait seulement au centre deux très rapprochés. Un peu plus tard, le protoplasma se concentrait vers le centre pour constituer l'oosphère (fig. 31) ; deux petits noyaux sont encore visibles au centre et très rapprochés ; les autres noyaux se trouvent dans la couche superficielle qui va constituer le périplasma ; ce dernier, avec les noyaux qu'il renferme, sert à la formation de l'exospore ou membrane externe.

C'est au moment où l'oosphère se forme dans l'oogone qu'a lieu sans doute la fécondation ; nous n'avons pas réussi à voir dans cette espèce, ni le canal de communication, ni le sort des noyaux de l'anthéridie.

Seulement, les oospores, après s'être entourées d'une membrane, montrent plusieurs vacuoles rangées en cercle autour du

centre ; ce point est occupé par un corpuscule assez gros, homogène, ordinairement sphérique (fig. 34) ; lorsqu'il est étiré, cela semble résulter d'une sorte de filtrage de sa substance. On pourrait croire que ce corpuscule provient de la fusion des deux petits noyaux signalés précédemment au centre de l'oogone et même peut-être d'un troisième venu de l'anthéridie ; je ne le pense pas cependant et j'admets que ce corpuscule va constituer plus tard le globule oléagineux. Le protoplasma de l'oospore est très sensible aux réactifs ; ce qui explique les incertitudes qui restent sur le sort des noyaux ; nous pouvons seulement dire que nous en avons vu une fois trois ; une autre fois, cinq (fig. 32-33).

Il est utile de comparer ces résultats avec ceux qu'a obtenus Wager dans une espèce voisine le *Peronospora parasitica* (1); son travail est fait avec grand soin, et sur une espèce plus favorable à l'étude que la précédente.

Le nombre des noyaux de l'oogone peut s'élever jusqu'à 112 ; celui des anthéridies est de 6 à 12 ; ces noyaux ne sont point nucléolés comme dans les conidies ; ils sont constitués par un hyaloplasme renfermant des filaments de chromatine ; d'abord dispersés dans un protoplasma vacuolaire, ils se rangent plus tard en un cercle ; leur membrane nucléaire a disparu et les filaments de chromatine se disposent longitudinalement; les noyaux se sont élargis dans la direction tangentielle ; ils se divisent alors suivant le mode indirect.

Bien que beaucoup plus schématiques, ces résultats s'accordent assez bien avec ce que nous avons vu dans le *Plasmopara densa ;* la petitesse des noyaux peut rendre compte de ce fait qu'ils paraissent uniformément colorés où ne montrent que deux bandes chromatiques, ce qui les fait ressembler à des noyaux en division.

Wager montre que, dans le *Peronospora parasitica,* les noyaux après la division se dispersent ; deux d'entre eux passent au centre ; c'est alors qu'une mince membrane se forme séparant l'oosphère

(1) Wager. *Loc. cit.*

du périplasme ; les autres noyaux se divisent et contribuent probablement à la formation de la membrane interne de l'oosphère.

Cela ressemble d'assez près à ce qui a lieu dans le *Plasmopara densa ;* seulement, nous n'avons pas vu la division tangentielle des noyaux disposés en un cercle régulier ; division après laquelle deux noyaux passeraient au centre de l'oosphère. Il nous a semblé seulement que les noyaux se portaient simplement vers la surface, alors que deux restaient au centre près de la vacuole (fig. 30) ; plus tard, les noyaux du périplasme devenaient peu à peu indistincts (fig. 31-33).

Wager a vu dans le *P. parasitica* l'anthéridie émettre un canal de communication qui va s'appliquer sur l'oosphère ; il pense que les noyaux de l'anthéridie peuvent passer dans le périplasme. On pourrait croire d'après lui qu'un seul noyau de l'organe mâle irait se fusionner avec le noyau central de l'oosphère, ce dernier résultant déjà de la fusion des deux signalés précédemment.

L'exospore serait produite par le reste du périplasme et des noyaux. Tout cela n'est pas absolument démontré d'après l'auteur et malheureusement nos observations sur le *Plasmopara densa* ne sont pas encore de nature à donner une solution. Nous considérons en effet le corpuscule sphérique central comme étant de nature oléagineuse, comme le démontre son analogie avec celui des *Saprolegnia*, *Cystopus*, etc. Quant aux noyaux, nous en avons vu trois, cinq ou sept (fig. 32-33) dans plusieurs cas : le plus souvent, ils étaient masqués dans le protoplasma.

A la germination, l'oospore doit renfermer à coup sûr un grand nombre de noyaux : ils ne peuvent provenir du globule central.

Là se terminent nos recherches sur le sujet ; elles ne peuvent, sur quelques points, donner une solution décisive ; mais, du moins, nous espérons qu'elles en préparent la voie.

DEUXIÈME PARTIE

Cette seconde partie est simplement un résumé des principaux résultats de notre travail : nous passerons en revue successivement la structure des noyaux et les variations qui s'y produisent, la dispersion de ces noyaux dans les organes de la végétation et de la reproduction.

Les noyaux, le plus souvent, sont limités par une membrane achromatique, à double contour ; au centre, se trouve un nucléole, se colorant fortement par l'hématoxyline ; il est formé presque uniquement de chromatine ; ce nucléole est sphérique. Entre le nucléole et la membrane, existe un hyaloplasme plus ou moins dense ; il renferme des granulations dont quelques-unes au moins sont constituées par de la chromatine. (Myxomycètes, fig. 3, pl. III ; *Synchytrium*, fig. 17, pl. III ; Saprolégniacées, fig, 8, pl. V, fig. 6, 19, 25, pl. VI ; etc.)

Les modifications qui portent sur un tel noyau sont les suivantes.

La grosseur varie assez peu, du simple au double, tout au plus entre 1 et 5 μ : ce n'est que dans les *Synchytrium* que le noyau peut atteindre des dimensions considérables ; ainsi, nous en avons vu ayant un diamètre de 14 μ, alors que le nucléole lui-même mesurait 9 μ (fig. 17 pl. III) ; ces noyaux, à la suite de nombreuses bipartitions, revenaient dans les zoospores à la grosseur ordinaire.

La forme normale est celle d'une sphère ; cependant les noyaux peuvent devenir elliptiques (fig. 19, pl. III) ; d'autres fois, dans les filaments en voie de croissance active, ils s'allongent sous l'aspect de simples traits (fig. 19, pl. VII).

Chaque cellule renferme un noyau (jeunes sporanges et kystes de *Synchytrium*, spores, zoospores) ; plus tard, dans les cellules végétatives en particulier, le nombre des noyaux dépasse souvent plusieurs milliers.

La structure est également susceptible de varier dans des limites considérables. Le nucléole peut se réduire à un point central, à peine perceptible (fig. 6, pl. III) ; le hyaloplasme qui l'entoure, est dépourvu de granulations ; il peut, au contraire, prendre un grand développement et son diamètre dépasser la moitié de celui du noyau lui-même ; le hyaloplasme est susceptible de se charger de chromatine, partiellement ou complètement ; dans ce dernier cas, le nucléole se trouve masqué ainsi que la membrane nucléaire (fig. 5, pl. III, etc.). Enfin, le nucléole arrive à disparaître quelquefois complètement et le noyau est réduit à l'état d'une simple vésicule à contenu aqueux (fig. 28, pl. III).

Lorsque le hyaloplasme se charge de chromatine, le nucléole et la membrane se trouvent masqués, avons-nous dit ; il est alors assez difficile d'établir une limite entre cet état et celui qui nous reste à décrire.

Assez souvent, en effet, les noyaux, surtout lorsqu'ils sont très petits, se présentent sous l'aspect d'une simple tache chromatique, uniformément colorée en tous ses points et dépourvue de membrane (Olpidiacées, fig. 6, pl. IV, Ancylistées, fig. 20, pl. IV, fig. 3, pl. V, etc.). De cet état, on passe au suivant : le nucléole ayant disparu, la chromatine se localise suivant des arcs ou des lignes (fig. 23, pl. III) ; cet état précède la division indirecte. Il est possible que cette division indirecte se produise fréquemment : il est toutefois rare de la rencontrer avec ses stades caractéristiques (fig. 23, pl. III). Le plus souvent la division est directe (fig. 19, pl. III, fig. 1, pl. VI, etc.). La multiplication des noyaux a lieu dans les filaments végétatifs : il ne se produit pas de division dans les sporanges, dans les conidies et sans doute aussi dans les oosporanges ; toutefois, Wager aurait vu une division des noyaux dans l'oosporange du *Peronospora parasitica*. Une division des noyaux précède ou accompagne la germination des spores, zoospores, kystes et oospores.

La dispersion des noyaux varie avec les espèces et les organes étudiés : ils sont toujours placés dans le protoplasma, que ce

dernier soit dense et homogène en tous ses points ou réduit à des trabécules (fig. 3, pl. III ; fig. 6, pl. IV ; fig. 2, pl. VI, etc.). Lorsque le protoplasma se raréfie en trabécules minces, ces trabécules forment un réseau à larges mailles sous la membrane et les noyaux se trouvent à l'intersection des mailles (fig. 8, pl. V). Dans les organes végétatifs, les noyaux sont groupés en masse (fig. 20, pl. III ; fig. 18, pl. VI ; fig. 18, pl. VII) ou peu nombreux (fig. 20, pl. VI).

Les sporanges et les conidies renferment un certain nombre de noyaux, régulièrement espacés (fig. 26, pl. III ; fig. 7, pl. IV ; fig. 6, pl. V ; fig. 1 et fig. 14, pl. VII) : le nombre des zoospores formées est égal à celui des noyaux. S'il s'agit de spores, chacune d'elles pourra contenir plusieurs noyaux (fig. 12, pl. III ; fig. 22, pl. VI).

Les kystes sont uninucléés (*Synchytrium* fig. 29, pl. III) ; le noyau est alors au centre de la cellule ou situé sous la paroi ; ils sont plurinucléés (*Olpidiopsis*) et les noyaux sont alors disséminés dans le protoplasma.

La formation de l'œuf présente des particularités qui ne permettent pas jusqu'ici une généralisation complète.

Dans l'*Ancylistes Closterii*, l'œuf possède à tous ses stades de développement plusieurs noyaux (fig. 22, pl. IV) ; l'anthéridie, elle aussi, est plurinucléée (fig. 5, pl. V).

Saprolégniacées. — Dans le *Saprolegnia Thureti*, les oogones renferment un grand nombre de noyaux, disséminés (fig. 10, pl. V) ; plus tard, ils se localisent dans la couche pariétale (fig. 12, pl. V). Au moment de la formation des oosphères, les noyaux deviennent indistincts : leur chromatine semble s'être éparpillée dans la masse.

Au centre des oosphères, se montre dès le début un corpuscule sphérique, formé par une substance homogène se colorant peu ou point par l'hématoxyline (fig. 17, pl. V) ; il grossit peu à peu, devient plus sensible aux colorants (fig. 22, 23, pl. V) ; finalement, il occupe un large espace central dans l'oospore (fig. 24,

pl. V). La manière dont il se comporte sous l'action prolongée du chloroforme et de l'alcool démontre sa nature oléagineuse.

Quant aux noyaux, on n'en trouve guère de traces dans les jeunes oosphères ; parfois cependant, il existe un petit amas de chromatine ; faut-il le considérer comme un noyau, ou bien, les véritables noyaux sont-ils masqués? La question n'a pu être résolue. Toutefois, dans les oospores plus âgées, il y a de trois à sept noyaux, localisés dans le protoplasma, entre le globule oléagineux et la membrane (fig. 22, 23, pl. V) ; on les retrouve à la germination dans la couche pariétale alors que le globule oléagineux a disparu (fig. 25, pl. V). Il est possible que ces noyaux proviennent de la division d'un noyau unique reproducteur. Je ne serais pas étonné également que l'on arrivât à constater des différences de structure dans les oospores en général, principalement en ce qui concerne le nombre des noyaux, selon que ces oospores sont destinées à germer immédiatement ou seulement après un long temps de repos.

Si l'on fait agir l'iode sur les oospores, on voit qu'il se forme à leur intérieur de petites gouttelettes qui prennent sous l'action du réactif, une teinte brunâtre : on trouve une grosse gouttelette, ou deux, ou un plus grand nombre, soit dans les oosphères, soit dans les oospores âgées (fig. 26, 27; pl. V) ; c'est du glycogéne qui, je crois, n'avait pas encore été rencontré à cette place. Errera qui a signalé la présence de ce corps chez les Champignons et l'a conciencieusement étudié, a émis l'idée qu'il pouvait servir à la production de l'huile. La chose est possible dans les *Peziza* qui ont servi d'exemple à Errera ; mais cela me paraît douteux dans le *Saprolegnia Thureti*. En effet, les gouttelettes de glycogène et le globule oléagineux apparaissent à peu prés en même temps, ce dernier même souvent plus tôt, et le développement du globule oléagineux n'entraîne nullement la disparition du glycogène.

Dans le *Saprolegnia monoïca*, la structure histologique ressemble beaucoup à ce qui vient d'être décrit. Il faut noter cependant que nous avons réussi à voir plusieurs noyaux dans les

anthéridies et de nombreuses taches chromatiques dans les oosphères et les jeunes oospores (fig. 4-6, pl. VI).

On a vu que Hartog avait, chez les Saprolégniées, décrit la formation de noyaux composés dans les oosporanges et la fusion des noyaux composés en un seul dans chaque oospore ; à quoi tiennent ces divergences ? Nous l'ignorons.

Dans les *Aphanomyces,* les anthéridies et les oogones sont plurinucléés ; le nombre des noyaux de l'oogone est d'une quinzaine ; celui des anthéridies de trois à six en moyenne. Il y a un canal de communication qui va de l'anthéridie à l'oosphère (fig. 15, pl. VI) ; une substance colorable à l'hématoxyline y passe : c'est sans doute de la chromatine. A ce stade, les noyaux de l'oospore deviennent indistincts ; le globule oléagineux se développe comme dans le *Saprolegnia Thureti.*

Dans les *Pythium,* il est possible de suivre les noyaux dans l'oogone jusqu'au moment de la formation de l'oosphère ; ces noyaux sont au nombre de cinq à quinze environ selon les espèces et le moment où on les examine (fig. 35-36-37-40-43, pl. VI) ; ceux des anthéridies sont plus difficiles à voir ; on en voit dans le *Pythium proliferum* trois ou quatre. Les noyaux deviennent indistincts au moment de la formation de l'oospore : la fig. 6, pl. VI, en montre encore deux du côté du centre, alors que les autres ne sont plus nettement visibles. Le globule oléagineux se développe comme à l'ordinaire : on en trouve les premières traces dans l'oogone ; l'oospore à maturité oppose une grande résistance au passage des réactifs colorants.

Nous ne pouvons confirmer les vues de Fisch sur la fusion des noyaux mâles et femelles en un seul au centre de l'oospore.

Péronosporacées.—Dans les *Cystopus*, l'oogone possède de nombreux petits noyaux ; ces noyaux sont placés à l'intersection des mailles d'un protoplasma trabéculaire au début (fig. 3, 15, pl. VII): ceci confirme les observations de Fisch et infirme celle de Chmilewskij. Le noyau unique, signalé par ce dernier auteur, n'est autre chose que le globule oléagineux. En même temps qu'il se dé-

veloppe, ce globule, en effet, devient de plus en plus sensible aux réactifs colorants. On peut s'assurer de la nature oléagineuse de ce globule en traitant des sections minces d'oospores par des dissolvants tels que le chloroforme, et en prolongeant longtemps l'action : le globule disparaît plus ou moins complètement. Il offre, comme nous l'avons dit ailleurs, les aspects les plus variés (fig. 9, 10, 11, pl. VII), selon le temps d'action des dissolvants ; ce sont ces aspects qui ont conduit à décrire une fusion de noyaux dans ce genre. En réalité, des noyaux nombreux de l'oogone, les uns se trouvent rejetés dans le périplasme, et ils servent à la formation de l'exospore ; ceux qui sont restés dans l'oosphère deviennent indistincts pendant une courte période. On les retrouve bientôt avec leurs caractères ordinaires, dans le protoplasma, entre le globule oléagineux et l'endospore (fig. 9, 10, 11, pl. VII). Peut-être même sont-ils en division dans l'oospore, car cette dernière, au moment de la germination, devra posséder jusqu'à cent noyaux, c'est-à-dire autant que le nombre des zoospores qu'elle produira.

Dans le *Plasmopara densa*, les choses se passent de la même façon, à quelques légères différences près : les oogones et les anthéridies sont plurinucléés. Au moment de la formation de l'oosphère, la plupart des noyaux se portent vers la périphérie et contribuent, avec le périplasme, à la formation de l'oospore ; deux noyaux seulement restent vers le centre de l'oospore ; cette dernière, un peu plus tard, nous a montré cinq noyaux. Cette description se rapproche de celle qui a été donnée par Wager pour le *Peronospora parasitica*, mais ce dernier auteur pense qu'il y a fusion en un noyau unique, d'abord des deux noyaux du centre, puis d'un noyau venant de l'anthéridie. Je pense que la notion de noyau unique, que plusieurs auteurs admettent pour les oospores, vient de la présence du globule oléagineux dont le développement est analogue chez toutes ces espèces.

Si l'on tente de généraliser, on voit que les oogones et les anthéridies sont plurinucléés. Les noyaux de l'oogone peuvent être divisés en deux parties : les uns restent dans le périplasme et

sont utilisés pour la formation des membranes, de l'exospore; les autres restent dans l'oosphère : au moment de la fécondation, ils deviennent tous indistincts, ou bien deux d'entre eux seulement sont visibles vers le centre. Un peu plus tard, on retrouve plusieurs noyaux dans le protoplasma, entre le globule oléagineux et la membrane; ces noyaux en se divisant, fourniront à la germination les noyaux des zoospores ou ceux des filaments végétatifs. Il paraît se produire une action analogue en ce qui concerne les anthéridies; la plupart des noyaux se détruisant dans l'anthéridie et ne servant probablement qu'à prolonger l'activité de celle-ci. Peut-être un noyau de l'anthéridie peut-il passer dans l'oosphère par le canal de communication. En ce cas, quel est son rôle? Se fusionne-t-il avec un noyau de nature spéciale contenu dans l'oosphère? Est-ce de ce noyau, ainsi renouvelé que proviennent les nombreux noyaux qui existent à la maturité des oospores entre le globule oléagineux et la membrane. C'est possible.

En tous cas, maintenant, le terrain paraît être déblayé des obstacles qui empêchaient jusqu'ici toute généralisation et paraissaient même la rendre impossible.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE III

Spumaria alba Bull, fig. 1-15

Fig. 1. Plasmode.
Fig. 2. Id. montrant les noyaux dans les trabécules protoplasmiques.
Fig. 3. Noyaux espacés.
Fig. 4. Noyaux nombreux au contact.
Fig. 5. Autre aspect des noyaux.
Fig. 6-7. Deux termes extrêmes de structure ; les uns à nucléole réduit ; les autres chargés de chromatine.
Fig. 8. Aspect du *Spumaria* au moment de la production des spores.
Fig. 9. Section longitudinale d'une des digitations du sporange, columelle centrale, capillitium et couche externe.
Fig. 10. La couche externe du sporange.
Fig. 11. Formation des spores.
Fig. 12. Spores.
Fig. 13. Un filament du capillitium.
Fig. 14. Production de kystes.
Fig. 15. Un kyste avec plusieurs noyaux.

Synchytrium Taraxaci De By et Wor., fig. 16-32

Fig. 16. Spore dans une cellule épidermique de *Taraxacum*.
Fig. 17. Cellule du parasite avec un gros noyau unique.
Fig. 18-22. Divers stades de la division des noyaux.
Fig. 23. Exemple de karyokinèse.
Fig. 24. Stade précédant la formation des sporanges.
Fig. 25. Formation des sporanges.
Fig. 26. Les sporanges formés.
Fig. 27. Noyau des zoospores.
Fig. 28. Etat particulier des noyaux.
Fig. 29-32. Kystes.

PLANCHE IV

Woronina polycystis Cornu, fig. 1-4

Fig. 1. Spore peu après la pénétration dans le filament d'*Achlya*.
Fig. 2-3. Formation des sporanges : leurs noyaux.
Fig. 4. La même espèce sur *Saprolegnia monoïca*.

Olpidiopsis Saprolegniæ Braun (Cornu), fig. 5-8

Fig. 5. Disposition des parasites à l'intérieur d'une extrémité de *Saprolegnia*.

Fig. 6. Les noyaux dans les jeunes sporanges.
Fig. 7. Id. dans les sporanges peu avant la séparation des zoospores.
Fig. 8. Kystes.

Olpidiopsis Aphanomycis Cornu, (fig. 9-11)

Fig. 9. Les sporanges dans les filaments d'*Aphanomyces* ; disposition des noyaux.
Fig. 10. Sporanges avec leurs noyaux, peu avant la séparation des zoospores.
Fig. 11. Les kystes.

Chytridium sp., fig. 12

Fig. 12. *Chytridium* sur Vampyrelle : sortie des zoospores.

Rhizidium intestinum Schenk, fig. 13-18

Fig. 13-14. Aspect des jeunes oogones.
Fig. 15. Un kyste ordinaire.
Fig. 16-18. Divers stades de la formation de l'oospore.

Ancylistes Closterii Pfitz, fig. 19-23

Fig. 19-21. Dispersion des noyaux dans les filaments végétatifs.
Fig. 22-23. Les noyaux de l'œuf.

Resticularia nodosa Dangeard, fig. 24-31

Fig. 24. Germination du parasite à l'intérieur du *Lyngbia æstuarii.*
Fig. 25. Id. moins avancée.
Fig. 26. Les filaments se montrent au-dehors.
Fig. 27. Le protoplasma s'est écoulé au dehors pour la formation des zoospores comme dans les *Pythium.*
Fig. 28-30. Divers stades de la formation des zygospores.
Fig. 31. Zygospores mûres, avec leur globule oléagineux.

PLANCHE V

Rozella septigena Cornu, fig. 1-2

Fig. 1. Noyaux du parasite groupés au centre de la cellule.
Fig. 2. Trois articles occupés par le parasite : dans le moyen, les zoospores sont formées.

Resticularia nodosa Dangeard, fig. 3-4

Fig. 3-4. Les noyaux dans les filaments végétatifs.

Ancylistes Closterii Pfitz, fig. 5

Fig. 5. Les noyaux de l'anthéridie.

Saprolegnia Thureti De By., fig. 6-25

Fig. 6. Un sporange.
Fig. 7. Germination des spores : leurs noyaux en division.
Fig. 8-9. Les noyaux dans les filaments végétatifs.
Fig. 10. Renflement terminal qui constituera l'oogone ; dispersion des noyaux.
Fig. 11. Oogone avec sa couche pariétale de protoplasma renfermant les vacuoles.
Fig. 12-13. Disposition des noyaux dans cette couche pariétale.
Fig. 14. Début de la formation des oosphères.
Fig. 15. Les oosphères sont formées.
Fig. 16. Une seule oosphère dans l'oogone.
Fig. 17. Le corpuscule central de l'oosphère.
Fig. 18. Oosphères dont quelques-unes présentent un petit amas de chromatine.
Fig. 19. Oosphères avec de petites gouttelettes de glycogène.
Fig. 20. Oogone à quatre oosphères.
Fig. 21. Oospore à maturité avec ses deux membranes et son globule oléagineux.
Fig. 22. Oospores, ayant au centre un globule oléagineux annulaire ; dans le protoplasma, plusieurs noyaux.
Fig. 23. Id. ; le globule est dense et se colore fortement par l'hématoxyline.
Fig. 24. Le globule seul est coloré.

PLANCHE VI

Saprolegnia monoïca De By, fig. 1-5

Fig. 1. Les noyaux d'un filament végétatif.
Fig. 2. Id. d'un oogone et d'une anthéridie.
Fig. 3. Id. des renflements des anthéridies.
Fig. 4. Les taches chromatiques des oospores jeunes.
Fig. 5. Id. et formation du globule oléagineux.

Aphanomyces laevis De By, fig. 6-17

Fig. 6. Filament avec ses noyaux nucléolés.
Fig. 7. Amas de zoospores avec leur noyau, à l'extrémité d'un sporange.
Fig. 8-9-10-13. Disposition des noyaux dans l'oogone et les anthéridies pendant les divers stades de leur développement.
Fig. 11-15. Formation de l'oosphère ; canal de communication de l'anthéridie.
Fig. 14. Oosphère et anthéridie.
Fig. 16-17. Oospore formée ; le globule oléagineux a été dissous ; les anthéridies sont en voie de disparition ; quelques granulations réfringentes (fig. 17) paraissent représenter les noyaux.

Aphanomyces sp., fig. 18-23

Fig. 18-20-21. Noyaux des filaments végétatifs se présentant sous l'aspect de simples taches chromatiques.
Fig. 19. Noyaux nucléolés.
Fig. 23. Formation des spores.
Fig. 22. Diverses sortes de spores avec leurs noyaux.

Leptomitus lacteus Ag., fig. 24-31

Fig. 24. Les noyaux dans un filament en voie de croissance ; division.
Fig. 25. Noyaux nucléolés.
Fig. 26. Séparation du protoplasma en fragments.
Fig. 27. Deux filaments superposés ; dans l'un, les noyaux sont en file unique dans l'autre, les spores sont formées.
Fig. 28. Jeune germination de *Leptomitus.*
Fig. 29. Id. montrant les noyaux.
Fig. 30. Germination des spores à l'intérieur du sporange.
Fig. 31. Ramifications d'un *Leptomitus* dans l'eau de savon.

Pythium monospermum Pringh, fig. 32-38

Fig. 32. Mycélium portant de jeunes sporanges.
Fig. 33. Oogone avec anthéridies.
Fig. 34. Deux oogones dont l'un renferme une oospore mûre au contact de la membrane.
Fig. 35. Les noyaux dans le mycélium et les jeunes oogones.
Fig. 36-38. Les noyaux de l'oogone.

Pythium proliferum De By, fig. 39-48.

Fig. 39. Les noyaux du mycélium.
Fig. 40-43. Les noyaux des oogones.
Fig. 44-46. Id. des oospores ; corpuscule oléagineux central (fig. 45).
Fig. 47-48. Oospores entourées d'une membrane.

PLANCHE VII

Cystopus candidus Pers., fig. 1-12

Fig. 1. Les conidies avec leurs noyaux ; leur formation ; basides claviformes à l'état de repos.
Fig. 2. Germination d'une conidie.
Fig. 3-5. Les noyaux d'un jeune oogone.
Fig. 4. Oogone et anthéridie avec leurs noyaux.
Fig. 6. Formation de l'oosphère, avec le début du globule oléagineux ; périplasme avec noyaux.
Fig. 7. Oosphère pendant la fécondation.
Fig. 8. Id. après la fécondation ou peu après.

Fig. 9. Oospore avec son globule oléagineux, ses noyaux et ses membranes.
Fig. 10-11. Oospores montrant leurs noyaux et deux aspects différents du globule oléagineux.
Fig. 12. Schéma indiquant la structure des membranes de l'oospore.

Cystopus cubicus Strauss, fig. 13-16

Fig. 13. Le premier développement d'un coussinet de basides.
Fig. 14. Conidies avec leurs noyaux.
Fig. 15. Oogone jeune ; noyaux à l'intersection des mailles du réseau de protoplasma.
Fig. 16. Oogone plus âgé, avec l'anthéridie.

Bremia gangliformis Berk., fig. 17-21

Fig. 17. Mycélium et ses suçoirs ; indications des noyaux.
Fig. 18. Noyaux très nombreux dans le protoplasma.
Fig. 19. Id. allongés suivant l'axe.
Fig. 20. Conidie avec ses noyaux.
Fig. 21. Sa germination.

Phytophthora infestans Montagne (De By), fig. 22

Fig. 22. Filaments conidifères avec leurs noyaux ; ceux-ci s'étirent fortement à l'extrémité des branches.

Plasmopara nivea Unger, fig. 23-24

Fig. 23. Formation des conidies.
Fig. 24. Un oogone avec ses noyaux.

Plasmopara densa Raben, fig. 25-37

Fig. 25. Les noyaux du mycélium.
Fig. 26. Jeune oogone avec ses noyaux.
Fig. 27-28. Oogones plus âgés ; anthéridies ; noyaux.
Fig. 29-30. Oogones avec vacuoles du côté de l'anthéridie ; noyaux.
Fig. 31. L'oosphère se forme au centre : les noyaux se portent dans le périplasme, à l'exception de deux.
Fig. 32-33. Deux oospores : l'une avec trois noyaux visibles ; l'autre avec cinq.
Fig. 34. Indication du globule oléagineux central.
Fig. 35. Mycélium avec ses suçoirs.
Fig. 36. Un noyau nucléolé dans un filament.
Fig. 37. Filament conidifère.

COMMUNICATIONS DIVERSES

REPRODUCTION PAR LA GRAVURE de planches ayant trait à la botanique, pour thèses, recueils périodiques, etc.; mise de la lettre et tirage à des prix avantageux.

S'adresser, pour tous renseignements, à la direction du *Botaniste*, à Caen.

Nous recevrions avec reconnaissance, en communication ou en don, des échantillons de *Tmesipteris* et de *Psilotum* à l'état frais ou desséchés. P.-A. DANGEARD.

AVIS DE LA PUBLICATION DE LA XVI[e] CENTURIE DES CRYPTOGAMES VOGESO-RHENANÆ. — Les *Stirpes Vogeso-Rhenanæ*, entrepris par M. J. B. Mougeot et Nestler ont été, on le sait, continués en 1860 par Ant. Mougeot. W. Schimper et M. le D[r] Nylander, qui ont donné la XV[e] centurie de cette collection en nature très estimée.

Un peu avant la mort de A. Mougeot, les éléments d'une bonne partie de la XVI[e] centurie (Algues et Champignons) prêts à être utilisés, avaient été donnés par le médecin-botaniste de Bruyères à son ami C. Roumeguères. Ces éléments, complétés par les récoltes récentes de M. le D[r] René Ferry, collaborateur du D[r] Mougeot aux " Champignons des Vosges " qui ont paru en 1888, permettent de livrer un nouveau volume des *Stirpes*, avec le concours de plusieurs cryptogamistes vosgiens et alsaciens, notamment de M. le D[r] Quélet, président honoraire de la Société mycolo5ique.

Les *Stirpes* devenus classiques (ils sont cités dans la plupart des Flores cryptogamiques même les plus récentes, y compris celle de l'Allemagne en cours de publication) sont conservées dans un grand nombre de bibliothèques et de laboratoires, tant en France qu'à l'étranger. Les botanistes et les établissements publics d'instruction qui possèdent les premiers volumes, seront sans doute disposés à recevoir le volume complémentaire que nous annonçons et qui sera peut-être suivi d'un autre. Ce nouveau volume, offert à la mémoire d'Ant. Mougeot, sera précédé d'une notice biographique et du portrait de ce botaniste, il sera du même format, même papier, même impression et même cartonnage que les volumes précédents. Nous prions nos confrères que cet avis intéresse de vouloir bien adresser leur adhésion à la réception de la XVI[e] centurie dont le prix est fixé à 25 fr. à M. C. Roumeguère, directeur de la *Revue mycologique*, rue Riquet, 37, à Toulouse.

AVIS. — COLLECTION D'AUTOGRAPHES ET DE PORTRAITS DE BOTANISTES. — Les personnes qui auraient des *Lettres autographes* et des *portraits de botanistes* à vendre ou qui désireraient échanger des pièces isolées de ce genre, peuvent s'adresser à M. C. Roumeguère, directeur de la *Revue mycologique*, rue Riquet, 37, à Toulouse.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DES

BACTÉRIACÉES VERTES

(*Eubacillus* gen. nov.)

Par M. P.-A. DANGEARD

Dans le cours de mes recherches sur les algues d'eau douce, j'ai eu l'occasion d'en rencontrer une dont les allures et le mode de sporulation fixèrent particulièrement mon attention ; elle s'était développée en formant un feutrage sur les parois des flacons de culture ; ses filaments étaient minces, flexibles et très longs ; bien qu'aucun chromatophore ne fût visible, la plante n'en offrait pas moins une teinte verte très appréciable ; cette algue formait des spores endogènes à la manière des Bactériacées, comme nous allons le voir plus loin.

Ne trouvant rien à ce moment dans la littérature qui offrît quelque rapport avec cette singulière algue, je la laissai inédite, après en avoir noté les principaux caractères : c'est un travail intéressant de L. Klein qui est venu me la remettre en mémoire (1).

A la vérité, on a déjà signalé des Bactériacées colorées en vert par de la clorophylle : Van Tieghem en décrit deux espèces appartenant à deux genres différents : *Bacterium viridis*, *Bacillus virens* (2) ; mais, d'après E. de Wildeman (3), il y aurait en-

(1) L. Klein. Ueber einem neuen Typus der Sporenbildung bei den endosporen Bacterien (Berichte der deutsch. Botan. Gesellschaft, Bd. VII, 1889).

(2) Van Tieghem. Observation sur les Bactériacées vertes, etc. (Bulletin Soc. botanique de France, 1880).

(3) E. de Wildeman. Sur l'*Ulothrix flaccida* Kutz. et le *Stichococcus bacillaris* Naeg. (Société royale de Botanique de Belgique, Bulletin, tome XXVII, 2e partie).

core une certaine incertitude sur leur place dans la famille des Bactériacées et aussi sur leur distinction spécifique. En effet, cet auteur est tenté de considérer les deux bactéries comme analogues au *Stichococcus bacillaris* Naeg. D'un autre côté, la place de cette dernière algue n'est pas elle-même bien établie. Hansgirg (1) la considère comme une des formes de l'*Ulothrix flaccida* Kutz. ; E. de Wildeman incline à la rapprocher du *Gloeotila protogenita* Kutz. ; il s'appuie sur les résultats d'une note de Lagerhein (2) pour avancer que les *Bacterium viridis* et *Bacillus virens* pourraient bien n'être que des variations de forme du *Stichococcus bacillaris*. L'autonomie des deux espèces de Bactériacées vertes est conservée par Van Tieghem dans la nouvelle édition de son Traité de Botanique.

L'algue que nous allons maintenant décrire est destinée à prendre place dans le groupe de ces Bactériacées à chlorophylle.

Elle tapissait à une certaine profondeur la paroi de nos flacons de culture ; les filaments très tenus sont d'une grande longueur et enchevêtrés les uns dans les autres (fig. 1, pl. VIII) ; leur diamètre est égal partout et je n'ai aperçu ni cloisons, ni ramifications sur les filaments végétatifs. Le contenu du filament est en général complètement hyalin, sans aucune granulation ; il possède une légère teinte verte qui pourrait assez facilement passer inaperçue sur des individus isolés ; elle est au contraire très appréciable si l'algue est en assez grande quantité ; la coloration d'ailleurs s'accuse bien davantage par la suite au moment de la formation des spores. Il est impossible de distinguer aucun chloroleucite, la chlorophylle est uniformément dissoute dans le protoplasma.

A cet état, l'algue, abstraction faite de sa faible coloration, est difficile à distinguer des autres productions filamenteuses qui se trouvent fréquemment dans les cultures et les envahissent ; mais

(1) Hansgirg. Ueber den Polymorphismus der Algen (Bot. Centralblatt, Bd. XXII, nº 13).

(2) Lagerheim. Ueber eine durch die Einwirgung von Pilzhyphen entstandene varietat von *Stichococcus bacillaris* Naeg. (Flora 1888, nº 45).

la formation des spores lui communique des caractères particuliers ; aussi, considérant au début cette algue comme une véritable chlorophycée, je fus tout surpris lorsque je remarquai le mode de formation des spores ; j'étais loin de songer aux Bactériacées.

Les spores se formèrent dans la cellule humide de Van Tieghem ; j'avais d'autres algues en expérience dans ces cellules ; elle s'y trouva transportée et, trouvant dans ce milieu les conditions nécessaires à sa fructification, elle développa ses spores en assez grand nombre ; le même filament en présentait souvent plus d'une dizaine : les unes rapprochées par groupes de deux, trois ou quatre, les autres isolées (fig. 1-4, pl. VIII) ; dans les cas favorables, on pouvait distinguer une cloison séparant chaque spore. Je ne pourrais cependant pas affirmer que cette cloison existât toujours entre chaque spore.

Ces spores avaient une longueur de 6 à 8 μ sur une largeur de 3 μ ; leur forme était elliptique ; à maturité, la membrane possédait un contour net, alors que celui du filament qui les renfermait était plus ou moins accusé ; leur couleur était très nettement verte, comme si toute la chlorophylle diffuse à faible dose dans les filaments entiers se fût condensée dans la spore ; c'est d'ailleurs ce qui s'était passé plus ou moins complètement.

D'après les dessins que j'ai conservés et que j'ai tout lieu de croire exacts, le protoplasma ne conserve pas toujours pendant la formation des spores le caractère hyalin qu'il possède dans les filaments végétatifs ; des granulations réfringentes se montrent parfois dans les spores ; elles sont au nombre d'une ou deux en général (fig. 2, pl. VIII).

Tandis que les filaments végétatifs nous ont toujours paru simples, les filaments sporifères se sont montrés quelquefois ramifiés ; les spores se trouvant portées sur des sortes de petites ramifications (fig. 2, pl. VIII).

Si l'on cherche à se rendre compte du mode de développement de ces spores, on voit que les filaments ont d'abord un diamètre égal dans toutes leurs parties, puis on les voit se ren-

fler en certains points (fig. 2-4, pl. VIII) ; ces renflements sont allongés suivant l'axe. On les distingue comme de petits nodules à leur couleur verte plus foncée que celle du filament lui-même ; ce qui tient à ce que le protoplasma vient s'accumuler peu à peu dans ces nodules. Entre deux renflements, on distingue souvent une cloison et dans les renflements une ou deux granulations réfringentes. La formation de la spore n'a lieu que lorsque le nodule a atteint une grosseur suffisante ; il se produit une très légère contraction de la masse du protoplasma qui remplit le filament et cette masse se recouvre d'une membrane propre pour constituer la spore.

Il ne nous est pas possible de dire si tout le protoplasma du filament est employé à la formation des spores ou si une partie reste inutilisée ; la nature hyaline du protoplasma rend la solution de cette question extrêmement difficile.

Comparons maintenant ces résultats à ceux qui ont été obtenus par L. Klein sur cinq espèces de Bactériacées qu'il range dans le genre *Bacillus ;* ils ne sont pas sans présenter de grandes analogies.

C'est dans le cours de ses recherches sur les Volvox que L. Klein a trouvé ces espèces : ils se montraient avec les débuts de la putréfaction ; dans plusieurs cas, ils présentaient les caractères de parasites facultatifs ; en effet, le *Bacillus de Baryanus* et surtout les *Bacillus Solmsii* et *limosus* arrivaient à pénétrer dans les colonies de Volvox déjà affaiblies, il est vrai, par le mauvais état de l'eau ; c'était même un cas très favorable pour observer la formation des spores.

Un caractère commun aux cinq espèces décrites est de produire *des spores ayant une teinte verdâtre* indiscutable ; il est vrai que les filaments végétatifs ont une couleur gris argenté ; ce dernier point exigerait une attention particulière.

D'un autre côté, les spores ne se forment point comme dans les Bactériacées ordinaires ; ce n'est pas une tache sombre qui se développe, grossit, se nourrit aux dépens des réserves de la cellule et s'entoure finalement d'une forte membrane comme cela

a lieu généralement. A un certain endroit souvent renflé du filament sporifère, la masse entière du protoplasma du renflement se contracte abandonnant la membrane ; elle devient de plus en plus réfringente, prend la forme d'un haricot et acquiert une couleur verdâtre (blaulichgrün) ; aucune granulation ne se montre pendant la formation des spores ; le protoplasma reste hyalin. Il ne doit pas être entièrement utilisé à la formation des spores, car les filaments sporifères conservent leur motilité.

Les spores sont séparées par une cloison ; généralement terminales, elles peuvent devenir plus ou moins médianes dans le *Bacillus macrosporus* ; le renflement qui les contient est surtout prononcé dans le *Bacillus Peroniella.*

D'après cet aperçu, on voit que ces espèces présentent bien des caractères communs avec celle que nous avons décrite ; les filaments sporifères ont une teinte verte qui devient plus prononcée dans les spores. Bien que L. Klein ne parle pas de chlorophylle dans les filaments végétatifs et qu'il leur attribue une couleur gris argenté, il me semble bien difficile d'admettre que la couleur verte se développe exclusivement dans les renflements sporifères et qu'elle ne préexiste pas dans les filaments végétatifs.

La formation des spores se fait de la même manière ; le contenu du renflement se contracte, abandonne la paroi et se recouvre d'une membrane : seulement, nous devons noter chez notre espèce, la présence de granules réfringents qui n'existeraient jamais dans les cinq *Bacillus* de Klein ; de plus ses spores peuvent être groupées au nombre de trois ou quatre ; enfin les filaments sporifères peuvent présenter des ramifications. Ce dernier fait surtout ne nous permet pas de placer cette algue dans le genre *Bacillus ;* son organisation est déjà plus élevée ; en créant pour elle le genre *Eubacillus* nous voulons cependant marquer les affinités qu'elle présente avec les Bacilles.

A cause du nombre élevé des spores dans chacun des filaments, nous désignerons l'espèce sous le nom d'*Eubacillus multisporus.*

S'il nous était permis de formuler un avis, malgré notre peu

d'expérience en bactériologie, nous inclinerions à penser que les cinq espèces de L. Klein ne sont point de vrais Bacilles. On pourrait les faire rentrer dans le genre *Eubacillus* qui serait caractérisé par son mode de formation des spores, la couleur verte de ces dernières ; il se diviserait en deux sections suivant que les filaments sporifères sont simples ou susceptibles d'être ramifiés.

Car enfin, si l'on doit accorder une si grande importance au mode de formation des spores et aux différences qu'il présente, on ne saurait guère conserver dans le même genre les espèces qui produisent leurs spores à la façon du *Bacillus Megaterium* par exemple et celles qui se comportent comme l'*Eubacillus multisporus*.

On pourrait alors circonscrire, du moins provisoirement, le genre *Eubacillus* de la manière suivante :

Eubacillus Nov. Gen.

Filaments végétatifs simples, de longueur variable ; protoplasma hyalin, sans aucune granulation ; chlorophylle diffuse en très faible quantité dans tout le protoplasma.

Filaments sporifères simples ou ramifiés ; couleur verte plus prononcée dans les renflements ; formation des spores par *contraction* du protoplasma des renflements : ce protoplasma abandonne peu à peu la paroi, acquiert une couleur verte plus intense, devient de plus en plus réfringent et s'entoure d'une membrane ; spores groupées ou isolées, séparées les unes des autres par des cloisons.

1re Section

Les filaments sporifères peuvent être ramifiés :

Eubacillus multisporus sp. nov. (fig. 1-4, pl. VIII). Filaments végétatifs simples, très longs et très tenus, formant feutrage ; couleur verte assez faible. Filaments sporifères également très longs, renfermant de nombreuses spores isolées ou groupées par deux, trois ou quatre, séparées par des cloisons. Spores elliptiques

à couleur verte bien sensible, avec une ou deux granulations réfringentes. Longueur des spores 5 à 8 μ ; largeur 3 μ.

Habitat. Parmi les algues d'eau douce aux environs de Caen : se développe dans les cultures.

2e Section

Les filaments végétatifs et les filaments sporifères sont simples ; cette section renferme les cinq espèces découvertes par L. Klein et décrites par lui ; nous en donnerons, d'après son travail, une illustration et une courte diagnose.

1o *Bacillus de Baryanus* L. Klein (fig. 5, pl. VIII). Filaments cylindriques d'un diamètre de 2 à 2,5 μ, généralement mobiles ; cellules sporifères longues peu ou point renflées à l'extrémité qui porte les spores ; celles-ci sont groupées en général par deux, leur couleur est bleu verdâtre (blaulichgrün) ; elles sont ovales ou réniformes, rarement cylindriques. Longueur des spores : 3-4 μ ; largeur : 2, 2-2, 5 μ.

2o *Bacillus Solmsii* L. Klein (fig. 6, pl. 8). Filaments cylindriques d'un diamètre de 1,25 à 1,5 μ, en général mobiles ; cellules sporifères longues, souvent renflées à l'extrémité qui porte les spores ; celles-ci sont terminales, rarement assemblées par deux ; à maturité, elles ont une couleur bleu verdâtre ; leur forme est ovale ou réniforme, parfois cylindrique lorsqu'il y a absence de renflement. Longueur des spores : 2,5 μ ; largeur : 1,2 à 1,5 μ.

3o *Bacillus Peroniella.* L. Klein (fig. 7, pl. VIII). Filaments ayant un diamètre de 1 μ, souvent recourbés, d'une longueur de 15 à 40 μ, sans cloison apparente ; spores placées à l'une des extrémités fortement renflées (2,5-3,5 μ) ; couleur bleu verdâtre ; forme ovale ou cylindrique ; dimensions relativement faibles. Longueur des spores 2 μ ; largeur 1-1,5 μ.

4o *Bacillus macrosporus.* L. Klein (fig. 8, pl. VIII). Filaments courts et massifs, dépourvus de motilité, réunis en masse ; longueur : 6-8 μ ; largeur : 2-2, 5 μ. Spores le plus souvent termi-

nales, parfois médianes ; couleur bleu verdâtre ; forme ovale ou réniforme. Longueur des spores : 3-3,2 μ ; largeur : 1,8-2,2 μ.

5° *Bacillus limosus*. L. Klein (fig. 9, pl. VIII). Filaments cylindriques d'un diamètre de 0,8 à 1 μ, d'une longueur de 5 à 8 μ, peu mobiles ; une seule spore par filament à l'une des extrémités non renflée ; couleur bleu verdâtre ; ces spores sont presque cylindriques, à peu près aussi larges que le diamètre du filament et environ 1 1/2 plus longues que larges.

Ainsi donc, on aurait d'un côté les véritables *Bacillus* (*B. subtilis, B. anthracis, B. butyricus, B. Megaterium, B. brassicae, B. carotarum, B. ulna, B. leptosporus, etc.* qui d'après les travaux de Cohn (1), R. Koch (2), A. Prazmowski (3), A. de Bary (4), A. Koch (5), L. Klein (6), forment leurs spores de la manière suivante : *La spore se montre d'abord dans la cellule comme une très petite tache sombre qui grossit et devient de plus en plus réfringente* ; *elle acquiert sa grosseur définitive en se nourrissant aux dépens du protoplasma de la cellule à la façon d'un parasite.*

D'un autre côté, se trouveraient les *Eubacillus* possédant le mode de sporulation d'abord décrit par L. Klein et revu par nous. *La spore se forme par contraction du protoplasma tout entier d'un renflement du filament sporifère : elle abandonne la paroi peu à peu en augmentant de réfringence ;* ces spores sont imprégnées de chlorophylle.

La présence de chlorophylle dans ces spores doit être notée, car dans les premières Bactériacées vertes décrites par Van Tieghem (7), les spores sont incolores (8).

(1) F. Cohn. Beitrage zur Biologie der Bacillen (Beitr. zur Biolog. der Pflanzen. B. II. 1876).

(2) R. Koch. Die Aetiologie der Milzbrandkranheit (*Loc. cit.* 1876).

(3) A. Prazmowski. Unters. über die Entwick. und Fermentw. einiger Bacterienarten, 1880.

(4) A. de Bary. Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. 1884.

(5) A. Koch. Morphologie und Entwi. einiger endosp. Bacterienformen (Bot. Zeitung, 1888).

(6) L. Klein. Botanische Bacterienstudien, I, (Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, Band VI. 1889).

(7) Van Tieghem. *Loc. cit.*

(8) Van Tieghem. Traité général de Botanique, 2e édition, p. 1206.

Que l'on accepte le genre *Eubacillus* ou qu'on le regarde seulement comme une subdivision des *Bacillus*, la chose n'a, après tout, qu'une importance secondaire ; on trouvera sans doute des passages entre les deux modes de sporulation comme le font prévoir les observations de Peters (1) ; mais il était peut-être utile dès maintenant d'établir les groupements.

Cette formation des spores dans les *Eubacillus* rappelle d'une façon étonnante la structure et le développement des kystes chez les *Monadinæ*, et il n'est pas étonnant que L. Klein insiste sur cette ressemblance et y voie une preuve d'affinités étroites entre les Flagellés et les Bactériacées. Déjà Butschli (2) admettait d'une façon générale l'homologie de la sporalation des Schizomycètes avec les kystes de certains Flagellés (*Monas*, *Chromulina*). Il n'est pas jusqu'à l'existence du *Bacterioidomonas sporifera* (3) qui ne semblerait venir à l'appui de ces idées d'affinités étroites entre Flagellés et Bactériacées.

Sans contester la valeur de ces affinités sur lesquelles je n'ai pas jusqu'ici d'idées bien précises, je voudrais, en utilisant le résultat de mes observations sur les organismes inférieurs, faire ressortir les différences qui existent entre l'enkystement des Flagellés et la sporulation des Bactériacées ; ces différences ne me semblent pas avoir été jusqu'ici mises en lumière. Que l'on prenne une Monadinée quelconque (*Pseudospora, Soretia*) effectuant son enkystement ; le protoplasma abandonne peu à peu la paroi ; il se *débarrasse* des résidus de la digestion qu'il contenait et s'entoure d'une membrane ; il peut se contracter à nouveau et se sécréter une nouvelle membrane : le *protoplasma tout entier* de la cellule s'enkyste.

Maintenant voyons ce qui se passe chez les Bactériacées dans le cas le plus favorable, celui des *Eubacillus* ; d'abord les aliments ne pénétrant jamais à l'état solide dans la cellule, il ne saurait y

(1) W. L. Peters. Die organismen des Sauerteigs und ihre Bedeutung für die Brotgährung (Bot. Zeitung, 1889).

(2) Butschli. Protozoa, II Abth. Mastigophora, 1884.

(3) Kunstler. Journal de Micrographie, VIII.

avoir expulsion préalable de résidus ; c'est là une première différence qui ne tient sans doute qu'à la différenciation végétale déjà bien établie. Une autre différence, la voici : le protoplasma tout entier de la cellule ne paraît pas servir à la formation de la spore ; les filaments sporifères pouvant conserver leur motilité : bien plus, la spore déjà formée semble se nourrir aux dépens du protoplasma restant ; c'est d'ailleurs ce qui se produit dans les *Bacillus* et la plupart des autres Bactériacées où la spore se comporte dans la cellule comme un véritable parasite, absorbant peu à peu les réserves ; or il y a là, il faut en convenir, un point à examiner sérieusement lorsqu'on examine la descendance probable des Bactériacées.

Je ne veux pas mettre ici en question la sporulation des *Leuconostoc* qui rappelle si étroitement celle des Cyanophycées ; ces différences dans la production des spores pour une même famille enlève un peu de leur valeur aux conclusions que l'on voudrait fonder sur l'un ou l'autre de ces modes.

En résumé, voici les trois alternatives qui se présentent lorsqu'on veut se rendre compte des affinités des Bactériacées :

1° Ce groupe dérive directement des Flagellés et conduit aux Cyanophycées et peut être à certaines Chlorophycées.

2° Ce groupe résulte d'une dégradation d'algues vertes ou bleues plus élevées en organisation.

3° Les Bactériacées n'ont pas la même origine ; les unes se rattachent aux Flagellés ; les autres descendent des Cyanophycées et des Chlorophycées.

La question ne me paraît pas mûre pour la solution.

SUR LA PRÉSENCE DE CRAMPONS

DANS LES CONJUGUÉES

Par M. P.-A. DANGEARD

Il y a déjà plusieurs années, je trouvai des filaments de Conjuguées fixés sur un support au moyen de crampons ; le fait en soi n'avait rien de bien étonnant. Cependant, en consultant les Traités généraux, je ne vis aucune indication sur ce sujet.

J'ai attendu jusqu'à ce jour avant de rapporter l'observation : si elle a déjà été publiée par d'autres auteurs, ma Note aura du moins pour résultat d'appeler l'attention des algologues sur ce point.

La première Conjuguée sur laquelle j'observai la fixation, était le *Zygogonium pectinatum ;* les filaments très longs étaient fixés à des protonemas de mousse (fig. 2, pl. VIII) ; le crampon qui les retenait était variable de forme ; les plus petits ressemblaient à une griffe, les autres s'étendaient en une large expansion à bords festonnés et très irréguliers ; il y avait d'ailleurs tous les passages entre ces divers crampons. L'adhérence au protonema était très solide.

Le contenu de la cellule fournissant le crampon était modifié ; les deux chloroleucites étaient devenus plus ou moins indistincts, surtout celui qui se trouvait du côté de l'expansion ; celle-ci se montrait presque entièrement incolore ; les deux amylosphères restaient visibles ou tout au moins l'une d'entre elles, la supérieure.

On retrouvera probablement des crampons dans tous les genres de Conjuguées ; pour notre part, nous en avons encore observé dans une espèce de *Spirogyra* indéterminé ; il s'était

fixé à la paroi de nos flacons de culture ; les crampons étaient très développés, formant une large expansion mamelonnée dans laquelle on ne distinguait que de faibles traces de chlorophylle (fig. 10, pl. VIII) ; le ruban chlorophyllien de la cellule était plus ou moins altéré.

On ne saurait, jusqu'à présent, tirer aucune conclusion importante sur la présence de ces crampons ; cela éveille bien l'idée d'une zoospore qui se serait fixée ; mais, on sait que jusqu'ici, on n'a jamais vu les Conjuguées se reproduire par zoospores et cependant tout semble indiquer que cela a dû avoir lieu autrefois ; à mon avis c'est là l'explication de l'existence de crampons ; les zoospores de Conjuguées se fixaient comme celles des *Ædogonium*, des *Botrydium* et de tant d'autres algues.

Les Zygnémées, on le sait, sont susceptibles de mouvements particuliers et assez étendus ; il serait intéressant de faire pour la biologie de ces plantes la part de la fixation au moyen des crampons.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII

Fig. 1. Filaments végétatifs de l'*Eubacillus multisporus*, sp. nov.
Fig. 2-4. Filaments sporifères de la même espèce ; développement des spores.
Fig. 5. *Bacillus de Baryanus* L. Klein.
Fig. 6. *Bacillus Solmsü* L. Klein.
Fig. 7. *Bacillus Peroniella* L. Klein.
Fig. 8. *Bacillus macrosporus* L. Klein.
Fig. 9. *Bacillus limosus* L. Klein.
Fig. 10. Crampon de *Spirogyra*.
Fig. 11. Crampons de *Zygogonium pectinatum* à divers états de développement.

MÉMOIRE

SUR

LA MORPHOLOGIE & L'ANATOMIE

DES *TMESIPTERIS*

Par M. P.-A. DANGEARD

Cette monographie des *Tmesipteris* est destinée à faire suite à notre Essai sur l'anatomie des Cryptogames vasculaires, où nous avions en vue principalement le groupe si nombreux des Sélaginelles (1). C'est chez les Sélaginelles que nous avons pu acquérir la notion du faisceau, de sa nature chez les Cryptogames vasculaires et de son homologie avec celui des Phanérogames. Avec ce point de départ bien établi, il nous sera possible de faire pour l'anatomie des Cryptogames vasculaires ce que l'on commence un peu partout à effectuer chez les Phanérogames : des études de famille où l'anatomie et la morphologie marchent de pair.

Voici quel est, outre l'historique, le sommaire de cette monographie :

I. Étude du *Tmesipteris Vieillardi sp. nov.*
II. Etude du *Tmesipteris elongatum* sp. nov.
III. Étude des autres espèces de *Tmesipteris*.
IV. Conclusions générales.

HISTORIQUE

Les travaux les plus anciens concernant les *Tmesipteris* ne visent que la description extérieure de ces plantes, qui étaient

(1) Le Botaniste, 1re Série, 6e fascicule.

confondues avec les *Lycopodium* sous le nom de *L. truncatum* Sprengel (1) ; c'est Bernhardi qui les distingua le premier sous le nom de *Tmesipteris* (2) et Endlicher en 1833 (3) donne la description de deux espèces : *T. Forsteri* et *T. Billardieri*. Ces deux espèces auraient pour synonymes, la première : *T. tannensis* Bernhardi, *Psilotum oxyphyllum* Hook. fils, *Lycopodium tannense* Spreng. ; la seconde : *T. tannensis* Labillar, *Psilotum truncatum* R. Brown, *T. truncata* Desvaux (4).

Spring, (5) en présence des nombreuses formes de transition que présentent les deux espèces d'Endlicher, se demande si ce ne sont pas là deux variétés d'une même espèce.

Ad. Brongniart (6), en 1837, s'occupant de l'anatomie des *Psilotum* aborde quelques points particuliers de la structure des *Tmesipteris* : il compare la section de la tige du *T. truncata* (*T. Billardieri*) à celle du *Psilotum triquetrum* et trouve sensiblement la même structure dans les deux espèces ; c'est-à-dire une moelle formée de cellules à parois minces ; autour de la moelle, une couronne ligneuse constituée par un à deux rangs de gros vaisseaux ; puis tout autour une couronne de cellules libériennes.

La ressemblance de structure des *Tmesipteris* et des *Psilotum* est constatée à nouveau par Russow (7) ; pour Russow, la disposition des éléments libéro-ligneux rappelle celle d'une racine et le faisceau est, dans les *Psilotum*, suivant ses expressions, polyarche ; cette disposition est seulement moins prononcée dans les *Tmesipteris* ; à la partie inférieure de la tige, Russow rencontrant une

(1) Sprengel. Schrader's Journal für die Botanik, 1799, T. I, Gottingen.

(2) Bernhardi. Tentamen alterum Filices in Genera redigendi. Id. 1800, Gottingen.

(3) Endlicher. Prodomus Floræ Norforlkicæ, Vindobonæ, 1833.

(4) Consulter : R. Brown. Prodromus Floræ Novæ Hollandiæ. Londres, 1810.
Desvaux. Prodrome de la famille des Fougères (Annales de la Société linnéenne de Paris. Mémoires, vol. VI, Paris, 1827.
Hooker et Gréville. Synopsis Filicum, Londres, 1829-1831.

(5) Spring. Monographie des Lycopodiacées, Bruxelles, 1842 et 1849.

(6) Ad. Bronguiart. Histoire des végétaux fossiles, t. II, 1837.

(7) Ed. Russow. Vergleichende Untersuchungen, Saint-Pétersbourg, 1872.

bande ligneuse avec deux pointements de protoxylème, comme dans les racines binaires, croit avoir affaire à une véritable racine.

Un peu plus tard (1), le même savant complète ses premières recherches, en indiquant la présence dans le liber d'éléments à paroi épaissie, le mode de différenciation des masses ligneuses et la structure de leurs éléments.

A. de Bary (2), étudie la structure des *Tmesipteris* avec celle de la racine ; se rapprochant ainsi des idées de Russow, il ne voit dans le système libéro-ligneux de ces plantes qu'une variété de faisceau polyarche.

E. Bertrand formule des conclusions bien différentes de celles des auteurs précédents (3) ; pour lui, chaque pied de *Tmesipteris* comprend :

« 1° *Un rameau rampant* grêle, dépourvu d'appendices, ayant postérieurement la valeur morphologique d'un *stipe simple* et antérieurement celle d'un *cladode de stipes*, parfois celle d'un *sympode de cladodes*. Ce rameau constitue à lui seul la partie antérieure de la griffe. Il se redresse en un rameau aérien souche.

2° *Un rameau souche* dressé ayant la valeur morphologique d'un *cladode de stipes à développement sympodique...*

3° *Des branches simples aériennes* grêles ayant la valeur morphologique de *stipes simples*. Chacune de ces branches porte deux frondes... »

En faisant connaître la présence d'un rhizome bien caractérisé chez les *Tmesipteris* (4), j'ai profité du résultat de mes observations sur le faisceau des Sélaginelles (5), pour donner une inter-

(1) Ed. Russow. Betrachtungen über das Leitbundel und Grundgewebe, Dorpat, 1875.

(2) A. de Bary. Vergleichende anatomie.

(3) C. Eg. Bertrand. Recherches sur les Tmesiptéridées (Archives Botaniques du Nord de la France, tome I, p. 470).

(4) P.-A. Dangeard. La rhizome des Tmesipteris (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 1888).

(5) P.-A. Dangeard. Essai sur l'anatomie des Cryptogames vasculaires (Le Botaniste, 1re Série, 6e fascicule, 1890).

prétation très simple de l'ensemble du système libéro-ligneux des *Tmesipteris* et aussi des *Psilotum*. J'espère que les anatomistes adopteront cette manière de voir, surtout après les développements qui vont suivre ; elle a été déjà suivie dans la nouvelle édition du Traité de Botanique de M. Van Tieghem (1).

La nature de l'appareil sporangial des *Tmesipteris* est bien discutée ; on peut résumer de la manière suivante les opinions qui se sont fait jour.

D'une part, le sporange est considéré comme étant placé sur une feuille composée bifoliolée ; il serait épiphylle et inséré à la face antérieure du pétiole au point d'attache des deux folioles : c'est l'avis de Hooker et Gréville (2), A. Brongniart (3), H. v. Mohl (4), A. Braun, Spring Van Tieghem.

D'autre part, le sporange est regardé comme résultant de la transformation du sommet d'une branche : ce serait une production de nature axile accompagnée de deux feuilles coalescentes portées par la branche sporangifère ; c'est l'opinion de Juranyi (5), de Goebel (6), et, à quelques faibles divergences près, celle de Bertrand.

Entre ces deux interprétations, il y a place pour une troisième : c'est celle qui consiste à regarder la feuille fructifère composée bifide, comme provenant de la coalescence de deux feuilles (Treviranus).

I

Etude du Tmesipteris Vieillardi (7) sp. nov.

Un pied de cette espèce comprend :

1° Un rhizome de couleur noirâtre, présentant des ramifications plus ou moins nombreuses (fig. 1, oo'-aa', pl. IX).

(1) Van Tieghem. Traité général de Botanique, 2e édition.

(2) Hooker et Gréville. *Loc. cit.*

(3) Ad. Brongniart. *Loc. cit.*

(4) H. v. Mohl. Morphologische Betrachtungen über das Sporangium der mit Gefassen versehnen Cryptogamen, 1837.

(5) Juranyi. Voir : Botanischer Jahresbericht, 1875, p 1009.

(6) Goebel. Beitrage zur vergleichenden Entw. der Sporangien (Bot. Zeitung, 1881).

(7) Nous dédions cette grande et belle espèce à M. Vieillard, directeur du Jardin botanique de la ville de Caen, qui a tant contribué à nous faire connaître la flore de la Nouvelle-Calédonie.

2° Une tige robuste, droite, de couleur vert sombre ; son diamètre va en diminuant graduellement lorsqu'on approche du sommet : sa surface est relevée de côtes saillantes, excepté à la partie tout à fait inférieure (fig. 1-2, pl. IX).

3° Des feuilles insérées sur les côtes : les plus inférieures sont réduites à un mucron ou à une petite écaille ; les autres ont un limbe disposé verticalement terminé par un petit mucron : ces feuilles ont une seule nervure médiane qui les parcourt de la base au sommet (fig. 1-2, pl. IX).

4° Le sporange qui a la forme de deux ovoïdes se pénétrant par leur petit bout ; il est composé de deux loges ce qui donne à la section transversale du grand axe l'aspect d'un 8 ; une cloison médiane perpendiculaire à ce grand axe sépare les deux loges ; il est épiphylle, placé au point de coalescence de deux feuilles ordinaires soudées (fig. 2, pl. IX).

Nous allons maintenant étudier chacune de ces parties avec quelques détails.

Le rhizome

MORPHOLOGIE. — Il est à remarquer qu'aucun des auteurs qui se sont occupés des *Tmesipteris*, n'a réussi à examiner un individu complet : ces plantes sont fixées en général sur le tronc des Fougères arborescentes et les échantillons qui se trouvent dans les herbiers, probablement arrachés sans précaution, sont tronqués à la base et ne permettent pas de se faire une idée du mode de vie de ces plantes.

A la suite de ses recherches anatomiques, Bertrand s'était cru autorisé à conclure que les *Tmesipteris* étaient des plantes dégradées et qu'elles vivaient en parasites à la façon du Gui sur nos arbres au moyen de suçoirs ; la solution de cette question avait bien son importance : certains pieds de *Tmesipteris* présentant des protubérances, nous avons été conduit à faire l'anatomie de ces protubérances ; cet examen nous donna la conviction qu'il existait un rhizome dont les branches engagées dans le feutrage

de racines qui recouvre le tronc des Fougères arborescentes se trouvaient brisées ne laissant comme trace de leur existence que des saillies plus ou moins informes ; enfin, nous pûmes examiner un pied pourvu par une heureuse exception, de son rhizome tout entier ; il s'agissait d'un individu vigoureux de *Tmesipteris Vieillardi*.

La tige proprement dite se continue inférieurement par le rhizome sans que son diamètre éprouve tout d'abord aucun changement appréciable ; le passage est indiqué par le changement de couleur : la teinte du rhizome est noire ou d'un brun rougeâtre : sa surface est assez douce au toucher, et on y constate la présence de longs poils absorbants ; plus bas, le diamètre du rhizome diminue sensiblement.

A droite et à gauche sont insérées des ramifications de longueur variable ; elles sont disposées presque perpendiculairement à l'axe, souvent même recourbées vers le haut, ce qui, joint à leur fragilité, explique leur disparition sur les échantillons d'herbier (fig. 1, pl. IX) ; ces rameaux peuvent également donner de nouvelles branches suivant une sorte de dichotomie sympodique ; leur extrémité obtuse ne montre aucune trace de coiffe. Il n'y a sur tout le rhizome aucune indication de feuilles ou d'écailles.

Dans beaucoup d'échantillons, le rhizome fait un angle avec l'axe de la tige, ce qui lui permet de s'étendre horizontalement dans le substratum.

Quelques-uns des rameaux peuvent arriver à la surface du substratum et là se continuer par une tige feuillée.

Les *Tmesipteris* semblent ne pas vivre exclusivement sur le tronc des Fougères arborescentes comme on le croit généralement ; en particulier, pour le *Tmesipteris Vieillardi*, la conservation complète du rhizome sur un échantillon de grande taille, la nature des débris qui s'y trouvaient adhérents, indiquaient que l'espèce peut vivre directement sur une couche d'humus.

Anatomie. — Une section du rhizome montre (fig. 4, pl. IX) :

1° Au centre, un cylindre ligneux plein, formé en majeure partie

d'éléments scalariformes : dans quelques cas, la masse ligneuse a la forme d'une ellipse et les deux extrémités sont occupées par le protoxylème ; ce protoxylème ne comprend que quelques petites trachées ; ces trachées peuvent disparaître complètement, leur place restant indiquée par une lacune. Les vaisseaux scalariformes constituant le métaxylème possèdent sur chacune de leurs faces une série unique de ponctuations aréolées ; ces ponctuations sont allongées, quelques-unes sont presque sphériques et elles peuvent être dans ce dernier cas disposées sur deux rangs. L'aréole est produite ici, comme dans les fibres des Conifères, par la présence d'une cavité entre les deux membranes contigües de chaque vaisseau, cavité qui s'ouvre dans l'intérieur du vaisseau par un pore ou une fente plus petite ; c'est ce qui produit l'aspect particulier offert par la section transversale et la section radiale. Le volume de la masse ligneuse est loin d'être le même en tous les points du rhizome ; il diminue considérablement dans les ramifications ; aux extrémités, le nombre des vaisseaux se réduit à cinq ou six (fig. 5, pl. IX). Tandis que dans les parties moyennes et supérieures du rhizome la différenciation du métaxylème est nettement centripète, ici il devient souvent impossible de préciser le sens de la différenciation et même d'attribuer une position fixe aux trachées initiales ; nous verrons l'explication qui peut être donnée de ce fait en étudiant plus loin la course des faisceaux.

2° Tout autour du bois, s'étend une couronne de liber ; elle est constituée par deux ou trois assises de cellules assez larges, à paroi mince (fig. 4, pl. IX) ; elles peuvent cependant aussi dans les parties supérieures du rhizome montrer des épaississements aux angles ; ces cellules libériennes sont fortement allongées suivant l'axe ; quelques-unes présentent des grillages transversaux et latéraux ; ce sont les éléments grillagés. On voit ces dernières cellules, en approchant de la tige, épaissir leurs membranes, les fibrifier, ce qui permet alors de fixer nettement leur place sur une section transversale.

3° A la périphérie du liber, se trouve une assise de cellules à section rectangulaire. Comme on n'observe aucune espèce d'é-

paississements sur les parois, la régularité que présente généralement cette assise semble la désigner comme étant le périphragme, car les éléments grillagés viennent buter au contact même de cette assise.

L'écorce a une grande épaisseur : elle comprend de dix à quinze assises de grandes cellules, entremêlées de quelques-unes plus petites (fig. 9, pl. IX) ; chacune de ces cellules a une membrane épaisse, à stries concentriques ; elles sont collenchymateuses à un très haut degré, les épaississements étant très prononcés aux angles ; elles sont suivant l'axe environ deux fois plus longues que larges et les cloisons qui les séparent sont généralement obliques (fig. 10, pl. IX). Les deux ou trois assises internes de l'écorce présentent une modification remarquable de leurs membranes ; celles-ci, soit sur toutes leurs faces, soit seulement sur la face radiale subissent une transformation gommeuse ; la paroi se gonfle au point de pouvoir remplir toute la cellule ; en même temps, elle devient jaune ou même noirâtre, ce qui est produit par un commencement d'humification (fig. 4, a, pl. IX) ; l'assise la plus interne de ces cellules semble représenter l'endoderme.

Les cellules de l'écorce renferment pour la plupart de grosses masses pelotonnées dues à la présence d'un champignon qui sera étudié un peu plus loin (fig. 10, pl. IX).

4° L'épiderme constitue une assise assez régulière de cellules à section quadrangulaire ; leur paroi externe est très épaisse vers le haut du rhizome et beaucoup moins vers le bas ; la couche superficielle est cutinisée et rougeâtre ; les parois radiales sont assez minces ; quelques-unes de ces cellules se prolongent en poils absorbants, unicellulaires, de forme conique (fig. 11, pl. IX). Vues de face, elles ont une section rectangulaire ou polyédrique et elles ne sont que faiblement allongées suivant l'axe (fig. 8, pl. IX) : çà et là, une cellule plus petite indique la base d'un poil absorbant ; les parois sont légèrement plissées.

Cette structure se conserve dans toute l'étendue du rhizome proprement dit ; les seules modifications qui se produisent ne

comportent qu'une réduction du nombre des assises de l'écorce et du volume de la stèle : selon le niveau et aussi selon les exemplaires étudiés, la gaîne de cellules noirâtres, à paroi humifiées que l'on trouve à la partie interne a une épaisseur variable.

Il est facile de se rendre compte que la stèle du rhizome des *Tmesipteris* a la même structure générale que la stèle ordinaire de la tige des Sélaginelles ; cette dernière se ramifie par dichotomie ; c'est également ce qui se produit chez les *Tmesipteris* dans le rhizome et cette dichotomie est sympodique.

Course des stèles. — Cette course n'offre rien de bien compliqué. Supposons un plan vertical du rhizome passant par les extrémités du diamètre d'insertion des rameaux ; on voit que chaque stèle des rameaux vient s'insérer sur la stèle axillaire après avoir parcouru assez longtemps l'écorce de haut en bas (fig. 7, pl. IX). Ces rameaux peuvent à leur tour porter des rameaux de second degré ; le mode d'insertion est le même. On voit, qu'en réalité, le mode d'insertion des stèles du rhizome est simplement dû à une dichotomie : en effet, examinons comment se comporte la stèle axillaire, lorsqu'elle donne naissance à une ramification. On la voit s'allonger suivant le diamètre d'insertion des stèles ; de globuleuse ou elliptique, elle devient allongée en bande diamétrale ; une extrémité ligneuse se détache entourée bientôt par le liber (fig. 3, pl. IX) ; cette stèle est encore quelque temps recouverte par l'enveloppe noirâtre des cellules à membrane gommifiée ; puis cette enveloppe elle-même se scinde en se reployant complètement autour des deux stèles. Au moment de la dichotomie, les deux stèles n'ont de protoxylème qu'à leur pointe externe.

Un cas intéressant est celui du rameau double représenté dans les fig. 6 et 7, pl. IX ; la stèle de ce rameau se détache de la stèle axillaire, séjourne indivise quelque temps dans l'écorce ; puis tout en restant dans cette écorce, elle se dichotomise pour fournir les deux stèles du rameau double (fig. 6, pl. IX).

La stèle du rhizome est composée de deux faisceaux réunis

par leur métaxylème, ainsi que le démontre l'analogie de structure qu'elle présente avec la stèle ordinaire des Sélaginelles et aussi avec le cylindre central d'une racine binaire. On pourrait même tracer une course schématique des faisceaux qui rappellerait exactement celle que nous avons établie pour plusieurs Sélaginelles ; seulement, chez ces dernières, la disparition du protoxylème à la partie interne des stèles au moment de la dichotomie ne se produit que sur un espace très court; chez les *Tmesipteris*, au contraire, l'absence du protoxylème est de plus longue durée.

La tige

Morphologie. — La tige, dans le *Tmesipteris Vieillardi* est robuste, longue, droite, et en général non dichotome ; elle continue directement l'axe du rhizome à sa partie supérieure (fig. 1, pl. IX). Le changement s'accuse par une différence de coloration ; la surface du rhizome est brune ou noire ; celle de la tige se montre graduellement de plus en plus verte ; cependant une teinte sombre persiste dans toute la plante, ce qui peut servir à la reconnaître facilement parmi toutes les autres espèces.

La surface du rhizome était lisse, douce au toucher ; en se continuant avec la tige, l'axe, tout en conservant son diamètre, montre de nombreuses côtes, qui, d'abord peu saillantes, s'accusent ensuite davantage : ces côtes sont constituées par la décurrence de nombreuses petites lanières représentant des feuilles rudimentaires ; les plus inférieures de ces feuilles sont réduites à une sorte de mucron.

En d'autres termes, si l'on admet avec nous que la tige est formée par une coalescence des rachis phytonnaires (1), nous dirons ici que les phytons inférieurs des *Tmesipteris* ont leur limbe de plus en plus réduit, même jusqu'à disparition ; que les rachis seuls marquent encore quelque temps leur individualité par l'existence des côtes, et que cette individualité disparaît complètement dans le rhizome.

(1) Voir : Le Botaniste, 5e fascicule, 1re série.

A mesure que l'on avance vers le haut, on voit le limbe des feuilles s'accroître et prendre sa forme normale.

La disposition des feuilles sur la tige est irrégulière; on ne saurait la rapporter à aucun cycle foliaire constant ; en d'autres termes, le nombre des rachis phytonnaires qui constituent la tige n'est pas le même à tous les niveaux. Ainsi, à la partie moyenne des tiges, le nombre des décurrences ou côtes est de huit à dix à un même niveau, alors qu'il descend à deux, à la partie supérieure, au sommet ; cette diminution graduelle des rachis amène, on le comprend, une diminution correspondante du diamètre de la tige.

Donc, si l'on part de l'extrémité du rhizome en se dirigeant vers le sommet de la tige, voici ce que l'on remarque : la tige conserve pendant assez longtemps son diamètre ; elle prend une couleur vert sombre : à sa surface se montrent des côtes saillantes ; un peu plus haut, ces côtes se terminent par un petit mucron, qui représente une feuille rudimentaire ; au-dessus, on voit peu à peu la forme du limbe prendre son aspect normal.

Ces feuilles sont disposées irrégulièrement sur la tige ; elles sont nombreuses, longuement décurrentes en une côte saillante : au même niveau, on peut compter une dizaine de ces côtes.

Vers le milieu de la tige ou plus près du sommet, on voit certaines côtes un peu plus saillantes que les autres : elles correspondent à l'insertion de feuilles réunies deux par deux, feuilles qui sont fructifères ou stériles.

La tige, en approchant du sommet, diminue de diamètre, s'effile ; à ce fait correspond une diminution du nombre des feuilles et par suite des décurrences ; à la partie supérieure même, les feuilles sont assez régulièrement disposées à droite et à gauche (fig. 2, pl. IX).

Le rhizome, à l'endroit où nous l'avons étudié, comprend une masse ligneuse centrale entourée de liber ; elle est formée de deux faisceaux réunis au centre par leur métaxylème comme dans les Sélaginelles.

Vers le haut, on voit la masse ligneuse centrale, prendre une

forme globuleuse : en même temps, un des pointements de protoxylème se divise en deux. On a ainsi trois pointements de protoxylème qui correspondent à trois faisceaux (fig. 3, pl. X). Ces faisceaux se séparent tangentiellement, le métaxylème ne se développe plus jusqu'au centre de l'axe, mais par contre, il entoure peu à peu extérieurement le protoxylème. De ce fait, résulte la formation dans la stèle d'une moelle et de rayons médullaires : nous sommes parvenu à la tige proprement dite.

Une section à ce niveau montre donc :

1° Trois gros faisceaux ligneux ne se rejoignant pas au centre de l'axe ; les premières trachées sont souvent détruites et remplacées par une lacune : le métaxylème qui les entoure, est plus développé vers le centre et sur les côtés ; il est formé d'éléments scalariformes semblables à ceux du rhizome (fig. 3, pl. X).

2° Extérieurement à ces trois faisceaux ligneux, une couronne continue de liber, constituée par deux ou trois assises de cellules à parois minces, très allongées suivant l'axe ; çà et là, surtout vers la limite extérieure, on voit une de ces cellules épaissir sa paroi, et prendre un aspect fibreux : c'est une transformation ultime des éléments grillagés (fig. 3, f. pl. X).

Les cellules de la moelle et des rayons médullaires sont assez larges, polyédriques, allongées suivant l'axe, leurs parois sont minces ; ce n'est que progressivement, à mesure que l'on s'avance vers le haut, qu'elles perdent leur aspect d'éléments procambiaux.

3° Autour du liber se trouve une assise assez régulière de cellules à parois minces, que nous avons considérée dans le rhizome comme représentant sans doute le périphragme.

L'écorce proprement dite comprend une épaisseur de douze à quinze grandes cellules, qui ont le même caractère collenchymateux que celles du rhizome : elles sont également allongées suivant l'axe et leurs cloisons sont en général obliques ; les assises internes de ces cellules subissent aussi une transformation gommeuse des parois suivie d'un commencement d'humification qui paraît débuter par l'endoderme.

4° L'épiderme est formé de cellules à paroi externe très épaisse, cutinisée dans ses couches superficielles ; à cet endroit, aucune des cellules épidermiques ne se prolonge en poil absorbant.

A ce niveau, l'écorce montre encore une petite stèle qui s'insérant sur le milieu de l'un des trois faisceaux se rend dans la dernière ramification supérieure du rhizome ; cette structure forme donc la zone de transition du rhizome proprement dit à la tige.

En pénétrant dans celle-ci, les faisceaux continuent à se diviser tout en s'éloignant du centre : un peu plus haut, on trouve cinq faisceaux ligneux rangés en cercle autour d'une moelle assez large ; ces faisceaux peuvent rester unis tangentiellement d'une manière plus ou moins complète : il arrive même que le centre de la moelle se trouve occupé par un massif ligneux dans lequel nous n'avons pas vu de protoxylème (fig. 1, pl. XI).

L'écorce conserve son épaisseur ; mais les cellules qui la composent, bien que restant collenchymateuses, n'épaississent plus autant leur paroi ; dans le rhizome, elles étaient quelque peu arrondies, ne se touchant guère entre elles que par un point de contact ; ici, elles sont assez régulièrement polyédriques (fig. 6, pl. X).

L'épiderme ne subit aucun changement appréciable : la surface qu'il délimite n'est plus arrondie ; elle se relève par place, ce qui est la première indication des côtes ; ces côtes, à mesure que l'on avance, font saillie de plus en plus et en arrivant vers les premières feuilles, elles indiquent clairement l'individualité des rachis phytonnaires ; bientôt des faisceaux foliaires se montrent dans l'écorce ; ils se rendent lentement dans les feuilles ordinaires (fig, 8, pl. X) ; les feuilles rudimentaires situées au-dessous n'ont pas de faisceaux.

La tige, considérée dans sa partie moyenne, possède un nombre variable de cordons libéro-ligneux, orientés en cercle autour d'une large moelle ; leur nombre diminue vers le haut : ce sont des

cordons foliaires ou anastomotiques dont nous allons étudier la structure (fig. 8, pl. X).

Chacun de ces cordons est arrondi ou allongé tangentiellement (fig. 4, pl. X) ; au centre de la masse ligneuse, se trouve une lacune *o* produite par la destruction des trachées premières, c'est-à-dire du protoxylème ; tout autour, les éléments ligneux scalariformes se sont développés formant étui ; ces cordons ligneux peuvent dans leur course longitudinale (fig. 7, pl. X) s'anastomoser deux par deux, et se séparer à nouveau : on a ainsi une ou deux lacunes dans chaque cordon ligneux.

Leur nombre à la partie moyenne des tiges est d'une dizaine environ rangés très régulièrement en cercle (fig. 8-9, pl. X).

La moelle est large ; les cellules qui la composent sont grandes, polyédriques, collenchymateuses ; elles se continuent entre les cordons ligneux jusqu'au liber.

Le liber forme une couronne continue de deux ou trois assises de cellules assez larges, à parois minces : cependant elles peuvent aussi montrer des épaississements aux angles ; les éléments grillagés sont représentés par quelques cellules isolées à paroi épaissie, fibrifiée (fig. 4, *l*, pl. X) ; ces éléments sont, les uns à la partie externe du liber, les autres plus intérieurement, alors que quelques-uns pénètrent assez profondément entre les cordons ligneux. Les éléments grillagés les plus externes touchent directement à une assise de cellules assez régulièrement quadrangulaires dont les parois radiales sont minces ; cette assise semble représenter le périphragme, avons-nous dit précédemment.

L'écorce, aux endroits non saillants, a une épaisseur d'une dizaine de cellules (fig. 6, pl. X) ; elle se continue sans transition dans les côtes en allongeant ses cellules suivant le rayon ; on arrive ainsi au parenchyme foliaire.

L'épiderme comprend une assise de cellules à section quadrangulaire : les parois radiales sont minces ; la paroi externe est le siége d'un épaisissement très prononcé qui envahit une moitié de la cellule : une couche cutinisée le recouvre extérieurement ; çà et là se trouve la section d'un stomate ; ces cellules sont très

allongées suivant l'axe (fig. 5, pl. XI) ; elles diminuent très sensiblement de longueur et s'élargissent à la base du limbe.

On trouve dans l'écorce des faisceaux libéro-ligneux qui arrivent des feuilles : leur structure est la suivante (fig. 2, pl. XI) ; le protoxylème forme un îlot un peu aplati suivant le rayon de la tige ; les vaisseaux qui le composent sont au nombre de cinq ou six, parfois davantage ; il n'y a aucun ordre régulier dans la différenciation de ces éléments ; toutefois, les premières trachées occupent fréquemment le centre. L'îlot ligneux est entouré par quelques cellules libériennes à parois minces et le faisceau lui-même est limité au moins en partie par cette assise de cellules à section quadrangulaire et à membrane mince que nous avons vue entourant le cylindre central de la tige.

Ces faisceaux libéro-ligneux foliaires peuvent être comparés à ceux des Sélaginelles : ils en ont la structure et, comme eux, ils viennent se continuer dans la tige par des cordons libéro-ligneux ou anastomotiques ; mais tandis que chez les Sélaginelles, la course de ces cordons a pu être exactement établie dans toute la longueur de la tige et chez les diverses espèces, ici il n'en est plus de même.

Cela tient aux variations considérables que subit le cycle foliaire d'une extrémité à l'autre ; pour avoir la course des cordons libéro-ligneux dans toute la tige, il faudrait nécessairement alors la sectionner depuis une de ses extrémités jusqu'à l'autre, et on aurait pour chaque exemplaire, un dessin différent.

Nous nous sommes borné à suivre la course de ces cordons et leurs relations avec les feuilles sur une certaine longueur vers le milieu de la tige (fig. 7-9, pl. X).

La section basilaire montrait sept cordons ligneux, I, II, III, IV, V, VI, VII ; quatre restaient indivis dans toute leur longueur, les trois autres étaient formés de deux cordons accolés qui pouvaient se séparer et se réunir à nouveau se comportant comme des faisceaux anastomotiques, II, V, VII (fig. 7, pl. X).

La section d'arrivée montrait huit cordons ligneux, le n° V s'étant nettement dédoublée (fig. 8, pl. X).

L'examen de ces sections et celui de la course longitudale des cordons dans l'axe à ce niveau montrent comment se comportent les faisceaux foliaires de 1 à 10 : on voit qu'ils se détachent lentement du cordon ligneux caulinaire, passent dans l'écorce où ils séjournent pendant un long espace, s'éloignant vers la circonférence en décrivant une courbe et finalement passent dans le limbe de la feuille.

Le long séjour de ces faisceaux dans l'écorce est en rapport avec la longue décurrence des rachis phytonnaires que nous avons signalée.

En s'avançant vers le haut de la tige, on voit le nombre des cordons ligneux diminuer ; ils s'anastomosent tangentiellement ; le nombre des faisceaux foliaires, évalué sur une même section subit une diminution correspondante.

Une section de la tige, à sa partie supérieure, alors que le nombre des faisceaux est réduit à deux ou trois est instructive ; elle montre un fait analogue à celui que nous avons observé dans le rhizome.

Les faisceaux tendent à se rejoindre vers le centre : la moelle disparaît, ses éléments avaient depuis quelque temps déjà le caractère de cellules procambiales ; le métaxylème, bien que très peu abondant, se développe en direction centripète, formant une bande diamétrale irrégulière, quelquefois interrompue (fig. 4, pl. XI) ; aux extrémités de cette bande, les faisceaux foliaires viennent se continuer par le protoxylème et le protophloëme tout comme chez les Sélaginelles. Autour, existe une couronne épaisse de liber dans laquelle on ne remarque plus autant d'éléments fibrifiés que dans les sections inférieures ; ils peuvent même avoir complètement disparu.

L'écorce ne comprend que cinq ou six assises de grandes cellules (fig. 4, pl. XI) ; les plus internes ont cessé depuis longtemps déjà de former une gaîne noirâtre ; la surface de la tige est relevée de côtes saillantes dues aux décurrences du limbe des feuilles : les cellules de l'écorce s'y continuent en prenant les caractères du mésophylle ; l'épiderme conserve ses caractères.

Finalement, la stèle se sépare en ses deux faisceaux constituants : ces faisceaux se rendent dans les dernières feuilles.

Nous n'avons fait en étudiant la structure de la tige, aucune mention spéciale en ce qui concerne le niveau des feuilles fructifères : en effet, à cet endroit, la structure générale des cordons libéro-ligneux de la tige ne subit aucun changement (fig. 5, pl. X), et les faisceaux qui se rendent dans ces feuilles fructifères ne se distinguent des faisceaux foliaires ordinaires que par le nombre un peu plus élevé des éléments vasculaires et libériens (fig. 3, pl. XI).

La Feuille

Morphologie. — Les feuilles du *Tmesipteris Vieillardi* sont formées par un limbe coriace, de couleur sombre ; sa largeur est sensiblement la même de la base au sommet et il se termine brusquement en ce point par un petit mucron qui prolonge une nervure médiane unique.

Les feuilles n'ont pas l'orientation dorsi-ventrale ordinaire : elles sont insérées sur l'axe de telle façon que le limbe a un bord supérieur et un bord inférieur, ses faces étant comprises dans un plan vertical de l'axe. Notons encore une courbure générale du limbe à concavité inférieure (fig. 1-2, pl. IX).

Le rachis ou partie caulinaire du phyton continue inférieurement le limbe de la feuille sans l'interposition d'un pétiole ; son individualité est marquée par une longue décurrence.

Dans les feuilles inférieures, la courbure est plus prononcée ; le limbe est également plus coriace et plus large ; en approchant du sommet, les feuilles deviennent de plus en plus petites ; leur taille s'est réduite des deux tiers environ ; en même temps, l'angle supérieur qu'elles font avec la tige devient moins ouvert.

Anatomie. — Une section de la feuille vers sa partie moyenne a l'aspect d'une lame arrondie à ses extrémités ; elle est un peu plus épaisse en son milieu, à la place du faisceau constituant la nervure (fig. 7, pl. XI).

Ce faisceau est composé de deux ou trois trachées entourées complètement par des cellules libériennes (fig. 8, pl. XI) ; il a la structure du faisceau foliaire des Sélaginelles ; sa structure varie peu jusqu'à son insertion sur les cordons ligneux caulinaires ; le nombre des vaisseaux n'arrivant guère à dépasser cinq à huit : en se continuant jusqu'au sommet de la feuille, le bois se trouve réduit à une seule trachée qui elle-même disparaît ; le faisceau conserve alors son aspect procambial.

Autour du faisceau, on trouve une assise assez régulière de cellules plus grandes qui représente peut-être l'endoderme (fig. 8, pl. XI).

Nous devons remarquer que certaines des cellules libériennes du faisceau peuvent fibrifier leur paroi, comme dans la tige ; quant aux trachées, la plus petite est ordinairement centrale et les autres l'entourent directement en formant une bande ou un îlot.

Le mésophylle est homogène ; il est formé de quatre à six assises de grandes cellules allongées suivant l'axe et séparées par des lacunes (fig. 9, pl. XI) ; ces cellules renferment de la chlorophylle.

L'épiderme recouvre les deux faces de la feuille ; ses cellules sont allongées suivant l'axe (fig. 10, pl. XI), un peu obliquement ; elles ont une section rectangulaire ; la paroi externe est fortement épaissie et cutinisée ; la partie interne de cette paroi est munie d'épaisissements qui se prolongent sur les parois radiales et aussi dans l'intervalle. Il en résulte que, vu de face, l'épiderme présente un dessin formé par ces lignes d'épaisissements ; c'est un réseau à mailles plus ou moins serrées, triangulaires, rectangulaires, irrégulières (fig. 12, pl. XI) ; elles se disposent concentriquement autour des stomates. Le dessin se rapproche de celui qu'a figuré Bertrand pour le *Tmesipteris tannensis* de Muller ; mais l'explication qui a été donnée par cet auteur en faisant intervenir deux réseaux d'hélice parallèles, est restée pour nous incomprise. Les parois des cellules épidermiques vues de face sont plissées comme cela a lieu chez les Sélaginelles ; comme chez ces dernières également, les cellules épidermiques qui recouvrent la nervure

médiane sont plus allongées que les autres, mais à un degré plus faible.

Les stomates sont nombreux, *sur les deux faces;* ils sont distribués sans ordre apparent; les deux cellules entourant l'ostiole sont grandes, allongées suivant l'axe de même que l'ostiole ; la chambre stomatique est assez large (fig. 9-11, pl. XI).

Vers le sommet de la feuille, le mésophylle disparaît avec le faisceau et le mucron n'est composé que de quelques cellules épidermiques ordinaires.

Vers le bas de la feuille, le mésophylle se continue directement avec les cellules chlorophylliennes de l'écorce et les grands espaces lacuneux disparaissent.

Les feuilles fructifères sont disposées à la partie moyenne ou supérieure des tiges ; elles résultent de la coalescence de deux feuilles qui conservent, par rapport à la tige, leur orientation verticale ordinaire ; qu'elles soient fertiles ou stériles, elles ont dans leur limbe la même structure que les feuilles ordinaires ; nous n'avons donc pas à y revenir ; les deux faisceaux de la nervure se réunissent en un seul dans le court pétiole commun qui réunit ces feuilles à la tige (fig. 14, II, III, pl. XI).

La section de ce pétiole, au moment où il se détache de la tige, a la forme indiquée (fig. 15, I, pl, XI) ; puis, à mesure que l'on approche du point de séparation des deux limbes, on voit se former un sillon médian à la partie antérieure et postérieure ; l'individualité des deux moitiés constituantes du pétiole s'accuse ainsi de plus en plus jusqu'à séparation définitive (fig., 15, II, III, pl. XI).

L'unique faisceau du pétiole résulte de la réunion des deux faisceaux foliaires ; aussi, le nombre de ses éléments ligneux et libériens est-il plus élevé que dans les faisceaux ordinaires ; mais la disposition y reste la même ; l'îlot ligneux central est composé de six à dix vaisseaux en moyenne et les plus petits occupent en général le centre (fig. 17, pl. XI). Bertrand a vu, dans certains cas, les plus petites trachées disposées aux extrémités d'une bande ligneuse, et il attribue à ce pétiole la valeur

d'un rameau. On ne saurait, croyons-nous, donner à ce fait une importance aussi grande ; en effet, nous avons vu dans la *Selaginella caulescens* un faisceau foliaire ordinaire prendre cet aspect dans l'écorce de la tige (1) et d'un autre côté, la disposition des vaisseaux en bande diamétrale, avec premières trachées aux deux extrémités, est tout à fait exceptionnelle.

Autour du protoxylème, accompagné parfois d'un peu de métaxylème sans limite bien tranchée, se trouvent les cellules libériennes (fig. 17, pl, XI).

Du côté qui regarde la tige, le faisceau est séparé de l'épiderme par trois ou quatre assises de cellules polyédriques, du côté opposé, par cinq ou six assises de cellules un peu plus larges (fig. 16, 17, pl. XI) ; sur les côtés, l'écorce, près de l'insertion sur la tige a sensiblement les mêmes caractères (fig. 16, pl. XI) ; mais à mesure que l'on approche du point de séparation des deux limbes, elle prend l'aspect du mésophylle de la feuille ; ses cellules sont larges et elles laissent entre elles des lacunes ; la disposition rameuse des cellules, si commune dans le mésophylle des feuilles, s'accuse surtout aux ailes.

L'épiderme ressemble à celui de la feuille ; il a les mêmes plissements, les mêmes épaississements de la paroi externe et il montre de nombreux stomates principalement sur les faces latérales et postérieures.

A mesure que l'on approche du point de séparation des deux limbes, le faisceau médian s'élargit ; si la feuille fructifère est stérile, ce faisceau se divise en deux et chaque moitié va former la nervure médiane de chaque feuille ; si la feuille est fertile, un troisième faisceau se détache à la partie médiane et interne pour se rendre à la base du sporange ; il suit d'abord un moment la direction de l'axe du pétiole, puis il se recourbe à angle droit, pénètre dans le court pédicelle du sporange où nous allons le retrouver tout à l'heure ; il est entouré par des cellules de couleur jaunâtre, à paroi épaisse, peu allongées.

(1) P.-A. Dangeard. Essai sur l'anatomie des Cryptogames vasculaires (Le Botaniste, 1re série, pl. XI. fig. 22).

En résumé, pour comprendre la nature de l'appareil qui supporte le sporange, il suffit de supposer que deux feuilles ordinaires de la tige soient munies d'un court pétiole, que ces feuilles, tout en conservant leur orientation particulière deviennent coalescentes par leur pétiole, leurs deux faisceaux s'unissant en un seul dans le pétiole commun ; c'est au point où les deux limbes se détachent du pétiole commun et à la partie interne par rapport à la tige que se trouve inséré le sporange.

Le sporange

Le sporange a la forme d'une coque à deux loges dont la section transversale suivant le grand axe aurait la forme d'un 8 (fig. 13, II, pl XI) ; ce grand axe est dirigé suivant l'axe même de la feuille, la cloison médiane séparant les deux loges lui est perpendiculaire. Il y a donc, par rapport à la tige, une loge antérieure et une loge postérieure ; par rapport à la feuille-support, la loge antérieure est la loge inférieure et la loge postérieure est la loge supérieure.

Ce sporange est supporté par un très court pédicelle dont la section est assez régulièrement sphérique ; au centre, se trouve le faisceau que nous avons vu se joindre aux faisceaux foliaires dans le pétiole ; ce faisceau est constitué par des éléments vasculaires courts, diaphragmatiques ; ils sont disposés en deux groupes, composés chacun d'environ trois ou quatre vaisseaux ; autour de ces vaisseaux, sont des cellules libériennes peu nombreuses, assez larges, peu allongées, se reliant au parenchyme cortical sans l'interposition d'un endoderme ; ce parenchyme cortical comprend quatre ou cinq assises de cellules polyédriques à paroi jaunâtre (fig. 1, pl. XII) ; les cellules épidermiques ont la même couleur et elles se continuent sur le sporange lui-même.

L'épiderme qui recouvre le sporange, est formé par des cellules un peu allongées suivant le grand axe ; elles sont dépourvues de plissements et diffèrent en cela de celles qui recouvrent le rhizome, la tige et la feuille ; elles ont toutes leurs parois assez également épaissies et colorées en jaune brun ; elles sont plus

hautes que larges en section, mais il est vrai qu'il existe des variations locales ; vues de face, un grand nombre de ces cellules présentent des épaississements aux angles, ce qui rappelle l'aspect du collenchyme.

Au-dessous de l'épiderme, se trouvent plusieurs assises de cellules, limitant les deux loges ; elles sont aplaties et allongées tangentiellement à ces loges ; leurs parois sont épaisses, criblées de fines ponctuations. Vers le milieu du sporange, le nombre de ces assises descend à trois ; il est un peu plus élevé vers la base d'insertion du sporange et aussi à sa partie supérieure ; on voit souvent persister à la face interne de cette assise les restes des cellules-mères des spores ; pour étudier fructueusement ces dernières, il sera nécessaire d'avoir des échantillons frais et non des exemplaires conservés depuis longtemps en herbier.

La section du sporange vers sa base nous montre que ce sont les cellules corticales du pédicelle qui se continuent un peu plus haut par les assises sous-épidermiques entourant les loges (fig. 2, pl. XII): à ce niveau, les deux îlots ligneux sont largement séparés: de grandes cellules sont interposées entre les deux massifs de trachées ; ces deux faisceaux se continuent encore quelque temps dans la cloison médiane séparant les deux loges en s'écartant de plus en plus, et ils se placent régulièrement à droite et à gauche (fig. 3, pl. XII) ; ils se terminent à mi-hauteur environ du sporange par quelques cellules qui restent à l'état procambial, ne se distinguant guère des autres que par leur diamètre plus faible.

La cloison médiane est formée par des cellules analogues à celles qui entourent les loges ; leur épaisseur vers le milieu du sporange n'est que de cinq ou six assises ; cette épaisseur augmente un peu vers le haut et aussi vers la base du sporange.

En résumé, nous avons là un sporange épiphylle à deux loges supporté par un court pédicelle : un faisceau, arrivant du pétiole de la feuille fructifère, se divise en deux dans le pédicelle et chacun des faisceaux ainsi formé va s'éteindre dans la cloison médiane, de chaque côté, à mi-hauteur du sporange. La paroi

des loges est constituée par plusieurs assises de cellules à parois épaisses criblées de ponctuations nombreuses en fente ; ces cellules sont recouvertes par un épiderme à grandes cellules également épaissies sur toutes leurs faces.

Avant de terminer l'étude de cette espèce, il nous reste à faire connaître la structure et la distribution du champignon qui habite les cellules corticales du rhizome. Il nous sera facile, dans un article spécial, de dégager la signification du fait, et de le comparer à ce que l'on sait aujourd'hui des associations analogues ou mycorhizes endotrophiques.

Ce n'est qu'après avoir traité le rhizome par une solution de potasse à chaud, que nous avons pu étudier le mycélium de ce champignon : les sections transversales ne valent rien pour cet objet ; il faut examiner des coupes longitudinales de l'écorce. On voit alors que celles-ci, surtout les plus internes (fig. 10, pl. IX), renferment chacune une grosse pelote formée par des filaments mycéliens étroitement serrés les uns contre les autres ; ces pelotes ont exactement le même aspect et la même structure que celles qui ont été signalées depuis longtemps chez les Orchidées. On sait, d'après les travaux de W. Wahrlich, que, chez les Orchidées, le mycélium constituant les pelotes appartient à un Pyrénomycète ; l'auteur a même pu obtenir les fructifications qui sont celles des *Nectria* (1). Il est bien possible que les premières pelotes mycéliennes du rhizome des *Tmesipteris* appartiennent également à un Pyrénomycète ; la question ne peut être résolue que par des cultures sur des individus vivants.

Mais, il existe dans le même rhizome d'autres pelotes à mycélium plus lâche (fig. 2, pl. X.), à couleur sombre : les filaments entourent de grosses ampoules à membrane mince, qu'il est facile de reconnaître pour des sporanges (fig. 3, pl. X) : d'autres ampoules sont des kystes ou des oospores : elles ont une première membrane colorée en brun jaunâtre : une seconde mem-

(1) W. Wahrlich. Beitrag zur Kenntniss der Orchideen wurzelpilze (Bot. Zeitung, 1886).

brane, séparée de la première par un large intervalle, entoure directement le protoplasma (fig. 3, pl. X) : c'est certainement là plutôt la structure d'une oospore que celle d'un kyste.

Il n'est pas douteux pour nous que ce champignon ne soit une Chytridiacée : c'est du genre *Cladochytrium* qu'il paraît se rapprocher le plus : nous le désignerons sous le nom de *Cladochytrium Tmesipteridis* sp. nov.

II

Etude du Tmesipteris Elongatum sp. nov.

Cette espèce est facile à différencier des autres, non seulement au moyen de sa structure anatomique, mais encore par sa constitution morphologique : la première particularité qui frappe en étudiant cette plante, est son aspect élancé, la longueur de la tige, celle des feuilles et également la longueur du pédicelle des feuilles fructifères (fig. 5, pl. XII) : d'où le nom de *Tmesipteris elongatum* qui nous servira à la caractériser.

Etudions maintenant séparément, avec quelques détails, chacune des parties constitutives de cette plante.

Le rhizome

MORPHOLOGIE.—Le rhizome, comme dans les autres espèces, a le plus souvent disparu ou, du moins, il n'en subsiste que la partie supérieure, celle qui fait le passage à la tige proprement dite. Il nous a été possible, cependant, sur un échantillon de l'herbier du Jardin Botanique de Bruxelles, communiqué avec la plus grande bienveillance par M. Crépin, le savant directeur de cet établissement, de retrouver une grande partie du rhizome ; l'individu à peu près intact, a été enlevé avec une partie du feutrage de racines dans lequel il était engagé sur les Fougères arborescentes. La disposition des ramifications est indiquée fig. 6 pl. XII ; tandis que certaines d'entre elles se dirigent manifestement vers la surface, les autres rampent dans le feutrage : leur surface est brun

jaunâtre et couverte de poils absorbants ; elle ressemble d'ailleurs en cela à la partie inférieure des individus adultes, tels qu'on les rencontre ordinairement (fig. 5, pl. XII). Il n'y avait pas à songer à étudier anatomiquement cette rareté : d'ailleurs, une section à l'extrémité inférieure d'un individu adulte montre une structure typique et cela devait nous suffire.

ANATOMIE. — La section transversale du rhizome montre les détails qui suivent :

1° Au centre, une bande ligneuse très allongée, (fig. 7, p, pl. XII) ; le protoxylème occupe les deux extrémités et les vaisseaux scalariformes constituant le métaxylème se rejoignent au centre en développement centripète ; dans quelques cas, le centre de la stèle était occupé par un troisième îlot de protoxylème. Il est bon de remarquer que cette disposition du bois en bande diamètrale allongée, rappelant si étroitement la stèle des Sélaginelles, est plus prononcée ici que dans le *T. Vieillardi.*

2° Autour du bois, se trouvent plusieurs assises de cellules libériennes ; elles sont larges, plus ou moins disloquées ; leur membrane est jaunâtre ; aucune de ces cellules ne se transforme en fibre.

3° L'endoderme. La gélification des parois qui peut porter, ainsi que nous l'avons déjà vu, sur plusieurs des assises internes de l'écorce, semble s'être localisée, du moins dans les exemples étudiés, presque exclusivement sur les cellules endodermiques ; la transformation n'a même pas atteint toutes les parois ; aussi les cellules paraissent-elles seulement renfermer une masse noirâtre plus ou moins grosse sur un des côtés ou sur plusieurs.

4° Les autres cellules de l'écorce sont larges, quelque peu collenchymateuses ; leur membrane est mince ; elles renferment des grains d'amidon ; mais la quantité de ces grains est loin d'être la même partout. Tandis que certaines cellules n'en renferment que des traces à peine appréciables, les autres, surtout au voisinage de l'épiderme, en sont gorgées. Enfin, un grand nombre de ces cellules renferment une pelote mycélienne de couleur jaunâtre (fig. 8, pl. XII) ; ces pelotes sont, comme les cellules d'ailleurs, allongées suivant l'axe.

5° Les cellules épidermiques sont aplaties, peu allongées suivant l'axe, et çà et là, une d'entre elles se prolonge en poil absorbant ; leur surface externe est colorée en brun jaunâtre, ce qui communique au rhizome sa couleur propre ; elles peuvent bien renfermer des granules d'amidon, mais nous n'y avons jamais rencontré de pelotes mycéliennes ; ces dernières se trouvent plutôt au milieu de l'écorce.

Cette section a été faite au niveau *o*, fig. 5, pl. XII.

En résumé, le rhizome du *Tmesipteris elongatum* se distingue de celui du *Tmesipteris Vieillardi* par les caractères suivants :

1° Ses dimensions restent toujours plus faibles ;

2° Les ramifications semblent donner plus souvent naissance à une tige feuillée ;

3° Le bois a une disposition en bande diamétrale plus prononcée ;

4° Les cellules de l'écorce sont moins nombreuses ; elles sont loin d'être aussi collenchymateuses que celles du *Tmesipteris Vieillardi*, et leurs parois sont également beaucoup moins épaisses.

Il est à peine besoin d'ajouter que chacun de ces caractères, pris en particulier, est susceptible de variations locales d'ailleurs assez faibles ; mais nous allons en retrouver d'autres et des plus caractéristiques d'abord dans la tige et ensuite dans la feuille.

La tige

MORPHOLOGIE. — La tige, dans le *Tmesipteris elongatum*, est très longue ; elle devient mince, flexible, dans sa partie supérieure ; continuant directement le rhizome sans changement de diamètre appréciable, elle montre d'abord une section sphérique ; cette section plus haut devient quadrangulaire. La surface est assez lisse ; elle ne présente point ces aspérités nombreuses, ces côtes saillantes rencontrées chez le *Tmesipteris Vieillardi ;* cela tient à l'absence des lanières et des écailles, si nombreuses dans cette dernière espèce ; il y a bien encore quelques feuilles rudimentaires, mais leur nombre est restreint (fig. 5, e, pl. XII).

La forme quadrangulaire de la tige vers la base est due à ce que les phytons y sont disposés approximativement sur quatre rangs ; cette disposition subit des variations vers le haut ; les feuilles y paraissent assez régulièrement disposées à droite et à gauche ; de place en place, cependant, une feuille se détache en avant ou en arrière, ce qui donne à la section un aspect triangulaire. On ne saurait voir en cela un cycle foliaire déterminé, mais plutôt quelque chose qui rappellerait confusément ce qui existe chez les Sélaginelles.

Les rachis phytonnaires proéminent encore à la surface de la tige, formant des saillies (fig. 12, pl. XII) ; elles sont surtout prononcées vers le haut de la tige (fig. 13, pl. XII).

Anatomie. — Il nous suffira, pour connaître d'une manière suffisante la structure de la tige, de l'étudier à trois niveaux différents : d'abord un peu au-dessous des premières feuilles (fig. 5, a, pl. XII) ; ensuite vers le milieu (fig. 5, c, pl. XII) ; enfin, à la partie supérieure (fig. 5, d, pl. XII).

Au-dessous des premières feuilles, la section est assez régulièrement quadrangulaire (fig. 9, pl. XII).

Les éléments ligneux ne sont plus disposés en bande diamétrale ; la stèle a une forme triangulaire : elle est constituée par trois faisceaux qui peuvent être réunis au centre par leur métaxylème ; il arrive cependant assez fréquemment que la réunion n'est pas complète, quelques éléments non lignifiés persistant au centre. Les premières trachées constituant le protoxylème, occupent en général les trois angles du triangle : elles ne sont plus complètement extérieures ; quelques vaisseaux scalariformes les entourent ; la place de ces premières trachées n'est souvent indiquée que par une lacune (fig. 10, pl. XII).

Le liber entoure le bois ; il se compose d'une assise de grandes cellules au contact de l'endoderme : c'est le périphragme ; entre cette assise et le bois, se trouvent les cellules libériennes proprement dites : elles forment deux couches aux angles et trois dans l'intervalle ; aucune d'elles n'est fibrifiée (fig. 10, pl. XII).

L'endoderme se reconnaît à ses grandes cellules remplies d'une substance noirâtre.

Les cellules de l'écorce sont polyédriques : leurs parois sont épaisses (fig. 11, pl. XII) : l'épaisissement est à peu près égal partout : ces membranes sont plus ou moins lignifiées : chaque cellule a la sienne propre séparée de la voisine par une lamelle intermédiaire très nette ; il y a dans l'écorce, sans compter l'endoderme, environ sept assises de cellules en moyenne à ce niveau.

Les cellules épidermiques sont hautes, à paroi externe très épaisse, à stries concentriques : elles sont recouvertes d'une cuticule : les parois radiales restent minces (fig. 11, pl. XII).

La tige, dans sa région foliacée, n'a plus une section régulièrement quadrangulaire : en *c* fig. 5, pl. XII, par exemple, cette section est pourvue d'ailes résultant de l'insertion du limbe sur la tige : au niveau étudié (fig. 12, pl. XII), une de ces ailes vient de se détacher sur la droite et deux autres sur la gauche *f* commencent à faire saillie.

Le bois a une disposition peu différente de celle qu'il présentait au niveau *a* précédemment étudié : les faisceaux sont réunis au centre par leur métaxylème : leur ensemble a une forme triangulaire, mais elle est fréquemment modifiée par le départ des faisceaux foliaires. Il y a également en général trois îlots de protoxylème séparés du liber par quelques vaisseaux scalariformes : un de ces îlots peut momentanément disparaître en se continuant dans un faisceau foliaire : mais il se trouve très rapidement remplacé.

Le liber conserve aussi la disposition qu'il avait plus bas : quelques cellules tendent manifestement à épaissir leurs parois : nous n'avons pas vu cependant la modification produire une véritable fibre comme dans le *Tmesipteris Vieillardi* : l'assise périphragmatique est assez régulière.

Dans le *Tmesipteris Vieillardi,* la gélification qui porte sur les assises internes de l'écorce, s'avance peu dans la tige : dans le *Tmesipteris elongatum*, il se produit le phénomène inverse. A la vérité, la transformation gommeuse des membranes ne porte guère que sur l'endoderme, mais on la retrouve non-seulement jusque vers l'extrémité supérieure de la tige, mais encore dans les

faisceaux foliaires (fig. 12, pl. XII) : il est indifférent que ces faisceaux se rendent dans les feuilles ordinaires ou les feuilles fructifères.

A l'endroit que nous étudions, les cellules de l'écorce ont conservé les caractères qu'elles avaient au-dessous des premières feuilles ; le nombre des assises est de trois à sept dans les parties non saillantes ; dans les ailes, les cellules s'allongent radialement et elles prennent peu à peu le caractère du mésophylle du limbe des feuilles.

Les faisceaux foliaires se détachent lentement de la stèle centrale, entourés complètement par leur endoderme (fig. 12, pl. XII); examinés dans l'écorce de la tige, ils n'ont guère que trois ou quatre vaisseaux ; la première trachée, médiane ou latérale, peut s'obstruer comme dans la stèle centrale. Les cellules libériennes entourent complètement le bois ; l'assise la plus externe, à cellules larges, semble bien représenter le périphragme. A mesure que les faisceaux foliaires s'éloignent de la stèle centrale, la gélification des membranes endodermiques cesse peu à peu de se produire et lorsque le limbe se détache, il n'en existe plus trace.

Les cellules épidermiques n'ont subi aucun changement de forme ou de structure ; seulement, cà et là, on y trouve la section d'un stomate.

Plus haut, à la partie supérieure de la tige, au niveau des feuilles fructifères, la section a la forme représentée fig. 13, pl. XII ; les seules différences qu'elle présente avec la précédente sont les suivantes :

Il y a réduction de la stèle, surtout en ce qui concerne les éléments ligneux ; le nombre des îlots de protoxylème est réduit à deux ; par contre, les faisceaux foliaires qui se rendent dans les feuilles fructifères, sont plus développés que les autres ; les vaisseaux y sont plus nombreux.

A l'extrémité terminale de la tige, les deux derniers faisceaux passent dans les deux dernières feuilles.

En résumé, la tige du *Tmesipteris elongatum* se différencie facilement de celle du *Tmesipteris Vieillardi* par les principaux caractères suivants :

1° Les faisceaux sont en général au nombre de trois ; ils sont réunis au centre par leur métaxylème plus ou moins intimement en une stèle triangulaire : dans le *Tmesipteris Vieillardi*, les faisceaux sont nombreux et séparés à la partie moyenne et inférieure de la tige par une large moelle ;

2° Dans le *Tmesipteris elongatum*, l'aspect collenchymateux du parenchyme est à peine sensible : il est, par contre, prononcé à un haut degré dans les cellules de l'écorce et de la moelle du *Tmesipteris Vieillardi ;*

3° Les éléments grillagés du liber se transforment en fibres dans le *Tmesipteris Vieillardi ;* cette transformation ne se produit pas, tout au moins d'une manière complète, dans le *Tmesipteris elongatum ;*

4° Enfin, la présence d'une substance gommeuse noirâtre se localise dans les cellules endodermiques chez le *Tmesipteris elongatum :* elle s'observe jusqu'à la partie supérieure de la tige et aussi sur les faisceaux foliaires à leur départ de la stèle. Dans le *Tmesipteris Vieillardi*, la modification porte sur plusieurs assises de l'écorce et elle s'étend beaucoup moins haut dans la tige.

Il serait facile de continuer la comparaison pour des différences de moindre importance, ce qui n'aurait d'ailleurs qu'un médiocre intérêt : il est préférable d'aborder immédiatement l'étude de la feuille.

La feuille

Morphologie. — Les feuilles sont bien développées, longues, surtout à la partie moyenne de la tige ; vers le bas, elles sont plus petites ; quelques-unes même sont réduites à des écailles (fig. 5, e, pl. XII). Le nombre de ces dernières est très faible, comparé à ce qu'il était chez le *Tmesipteris Vieillardi,* et la réduction est beaucoup moins complète ; ce simple fait donne aux tiges des deux espèces un aspect bien différent.

Par suite du mode tout particulier d'insertion des feuilles dans ce genre, le limbe se trouve situé dans un plan vertical ; il y a un bord supérieur et un bord inférieur. Malgré cette orientation,

le mode de distribution des stomates permet de fixer, avec quelque probabilité, ce qui doit être considéré comme la face inférieure de la feuille.

Le bord supérieur des feuilles dessine une courbe avant son insertion sur la tige ; la largeur du limbe décroît vers son extrémité ; il se termine là, soit brusquement, soit graduellement ; la feuille est donc tronquée ou lancéolée ; ce sont surtout les feuilles fructifères qui présentent cette dernière disposition ; elles sont également beaucoup plus petites que les autres et portées par un long pédicelle (fig. 5, s, d, pl. XII).

Les feuilles fructifères occupent en général la partie supérieure de la tige ; mais on les trouve aussi vers le bas (fig. 6, pl. XII); sur ce jeune individu, les feuilles étaient petites et lancéolées.

Les feuilles sont terminées par un mucron ou une sorte de petite épine.

ANATOMIE. — Une section moyenne de la feuille est représentée (fig. 1, pl. XII) ; les cellules épidermiques sont larges, proéminent en donnant à la surface un aspect bosselé ; la paroi externe est très épaisse. Le mésophylle est lacuneux ; sur les échantillons desséchés, il est très difficile de le faire revenir à son état ordinaire ; il reste plus ou moins affaissé. Cependant, il arrive que sa disposition redevienne normale, surtout vers les bords (fig. 2, pl. XIII).

Le faisceau de la nervure médiane n'a rien de particulier. Vues de face, les cellules épidermiques ont l'aspect représenté fig. 3, pl. XIII ; leurs parois radiales sont minces, plissées : sur la nervure et sur les bords du limbe, ces cellules forment un bourrelet ; leur paroi externe est épaissie irrégulièrement de manière à figurer de face des ponctuations ou des fentes (fig. 4-5, pl. XIII).

Les stomates sont disposés sur une face qui correspond au côté non directement éclairé et sans doute aussi à la face inférieure de la feuille chez les autres plantes. Ainsi, la tige étant placée devant l'observateur qui lui-même regarde le soleil, *toutes les faces des feuilles situées du côté de l'observateur* auront de nombreux stomates ; *toutes celles qui seront situées du côté opposé* en seront dépourvues.

Cette règle est bien simple et bien naturelle et nous allons la retrouver chez les autres espèces ; mais sa détermination sur des feuilles desséchées n'était pas sans présenter encore quelques difficultés, d'autant plus qu'il y a quelques exceptions dans sa seconde partie.

Parfois, en effet, la face du limbe qui regarde le soleil, porte quelques stomates localisés en une zone plus ou moins large, ou même disséminés sur toute la surface (feuilles fructifères). Ce fait est dù à ce que la face en question, au lieu d'être exposée directement à la lumière du soleil, était protégée par un écran total ou partiel, formé par une autre feuille.

La structure des feuilles fructifères n'offre rien de particulier ; celle du long pédicelle qui les porte, mérite seule de nous arrêter.

Il est à remarquer en effet que la forme de la section du pédicelle et sa structure pourraient seules, à la rigueur, suffire à la détermination des espèces.

Ici, la section, vers le point d'attache sur la tige, est étroite (fig. 7, pl. XIII, à droite) : la coalescence des deux feuilles qui forment ce pédicelle, ne s'accuse qu'à la partie externe par rapport à la tige elle-même ; un peu plus loin, deux ailes se montrent à la partie interne, en même temps que les autres s'accusent davantage (fig. 7, pl. XIII, à gauche).

Le faisceau libéro-ligneux est assez étroit : il comprend de cinq à huit vaisseaux en moyenne, entourés par quelques cellules libériennes : viennent ensuite deux assises de grandes cellules à parois épaisses, lignifiées, dont l'une représente sans doute l'endoderme : tout le parenchyme qui s'étend de là jusqu'à l'épiderme est chlorophyllien, lacuneux : il forme un anneau complètement identique au mésophylle de la feuille.

Les cellules épidermiques montrent çà et là sur les côtés latéraux des stomates (fig. 7, pl. XIII) ; ces stomates se rencontrent plus rarement à la partie externe.

En approchant du point de séparation des deux limbes, on voit le faisceau médian se séparer lentement en trois parties : deux de ces faisceaux vont former la nervure médiane des feuilles, l'autre se rend dans le sporange.

Ce qui caractérise les pédicelles des feuilles fructifères du *Tmesipteris elongatum* est la forme de la section, la présence d'un anneau de parenchyme lacuneux jusqu'à leur insertion sur la tige et enfin la séparation *lente* des faisceaux.

En résumé, les feuilles du *Tmesipteris elongatum* se distinguent de celles du *Tmesispteris Vieillardi* non-seulement par leur forme, mais encore par leur mésophylle plus lacuneux, par les ornementations différentes des parois et par les caractères particuliers du pédicelle des feuilles fructifères.

III

Etude des autres espèces de Tmesipteris

Il n'entrait pas dans le plan de ce travail de faire une étude aussi détaillée que les précédentes pour chacune des espèces ; celles qui nous restent et que nous avons pu distinguer nettement, tant au point de vue morphologique qu'au point de vue anatomique, sont au nombre de trois.

1° *Tmesipteris tannensis* Bernhardi

Cette espèce est facile à reconnaître à ses feuilles larges et épaisses.

Aucun individu ne nous a montré un rhizome intact, mais seulement une partie plus ou moins complète (fig. 9, pl. XIII) ; la surface en est villeuse et on y trouve la trace des ramifications qui s'en détachaient.

La tige est assez grosse et tout d'abord arrondie ; bientôt quelques écailles se montrent (fig. 9, pl. XIII) ; elles sont peu nombreuses et l'on arrive aux feuilles ordinaires.

Les feuilles sont larges, épaisses ; elles vont en s'atténuant légèrement vers leur extrémité supérieure où elles se terminent brusquement ; le petit mucron ou l'épine qui continue la nervure médiane, se trouve même souvent enfoncé dans une sorte d'échancrure (fig. 9, pl, XIII). Les feuilles fructifères ont des dimensions plus faibles ; quelques-unes même deviennent très petites ; par

contre, le sporange est bien développé et il forme une coque allongée suivant l'axe de la feuille (fig. 9, s, pl. XIII) ; le pédicelle des feuilles fructifères est assez court, gros et large. La position des feuilles fructifères sur la tige est très variable ; on les trouve tantôt à l'extrémité tout à fait terminale, tantôt vers la base ou la partie moyenne de la tige.

Le rhizome

La section du rhizome, prise au niveau indiqué (fig. 10, pl. XIII), est intéressante à étudier à plusieurs égards.

D'abord, la stèle n'est point binaire comme on serait en droit de s'y attendre : le bois y montre une disposition annulaire : l'anneau ligneux peut être complet, mais, assez fréquemment, il est interrompu en un ou plusieurs endroits (fig. 10, pl. XIII) : le protoxylème est représenté par une ou deux trachées placées sur le bord externe de l'anneau et peut-être aussi quelquefois à son bord interne. Il ne semble pas possible, au moins avec des échantillons desséchés de leur attribuer une position constante et déterminée. Le centre de l'anneau est occupé par des éléments à parois minces : les vaisseaux scalariformes du métaxylème sont bien développés : on en compte une trentaine disposés dans l'anneau ligneux sur un ou deux rangs.

Le liber a ses cellules aplaties ct gorgées de réserves abondantes qui leur communiquent une couleur jaunâtre : elles sont à parois minces, larges et allongées tangentiellement.

Les cellules qui représentent sans doute l'endoderme, ne sont pas toutes remplies de la substance noirâtre déjà signalée plusieurs fois; la gélification et l'humification des parois ne s'est produite que de loin en loin.

Les autres cellules de l'écorce sont larges, collenchymateuses : leur nombre est assez grand (fig. 10, pl. XIII) : elles renferment des pelotes mycéliennes jaunâtres analogues à celles du rhizome des *Tmesipteris Vieillardi* et *T. elongatum* : elles sont localisées spécialement dans la région moyenne de l'écorce.

Il y a, en outre, surtout à la partie extérieure et à la partie in-

terne de l'écorce des formations réticulées (fig. 13, pl. XV) : elles résultent de l'enchevêtrement de fins trabécules plus ou moins longs qui s'entrecroisent. Bien qu'on n'observe dans ces réseaux aucune granulation déterminée, l'iode y accuse un dépôt abondant d'amidon : ajoutons que des grains d'amidon existent d'ailleurs dans beaucoup de ces cellules : nous aurons à discuter plus loin la nature de ces formations réticulées.

L'épiderme comprend des cellules aplaties, à paroi externe brun jaunâtre ; quelques-unes de ces cellules se prolongent en poils absorbants ; elles renferment, comme les autres cellules, des formations réticulées.

Le rhizome, examiné à sa partie supérieure (fig. 11, pl. XIII), a une section arrondie ; la stèle renferme trois cordons ligneux ; malgré d'excellentes préparations, il m'a été impossible de fixer une position constante et déterminée au protoxylème ; ces cordons ligneux sont séparés par du parenchyme à parois minces et entourés extérieurement par deux ou trois assises de cellules libériennes ; aucune cellule grillagée ne fibrifie sa membrane. Le périphragme forme une assise fort nette de grandes cellules au contact de l'endoderme.

Les cellules endodermiques entourent la stèle d'un anneau noirâtre complet.

L'écorce a une grande épaisseur ; les cellules ont leur membrane épaisse, munie de fines ponctuations ; ces cellules sont collenchymateuses ; elles ne renferment plus aucune pelote mycélienne, mais seulement des traces d'un fin mycélium qui, comme nous le verrons, explique par sa présence la nature des formations réticulées rencontrées plus bas.

L'épiderme a ses cellules plus hautes et moins larges et il porte encore çà et là des poils absorbants ; ces poils vont bientôt disparaître ainsi que la couleur foncée de la paroi épidermique externe ; nous arrivons à la tige.

La tige

Un peu au-dessous des premières feuilles, la tige a encore une

section arrondie comme le rhizome ; elle présente les caractères suivants :

La stèle a acquis un grand développement ; les cordons ligneux sont anastomosés comme l'indique la fig. 12, pl. XIII, en deux groupes ; l'un de ces groupes est plus petit ; il ne renferme qu'un seul îlot de protoxylème entouré par les vaisseaux scalariformes ; il ne représente manifestement qu'un seul faisceau ; le second groupe a la forme d'un croissant et il comprend plusieurs faisceaux accolés, ainsi que le témoignent les lacune centrales étalées en bande ou isolées, provenant de l'écrasement et de la disparition plus ou moins complète du protoxylème.

La fig. 12, pl. XIII montre la disposition et la structure du liber, celle du périphragme et de l'endoderme aussi bien qu'une description. On y remarquera surtout l'abondance des cellules libériennes ; quelques-unes d'entre elles ont leur paroi épaissie fibrifiée, mais à un degré beaucoup plus faible que dans le *Tmesipteris Vieillardi*.

Les cellules de l'écorce n'ont pas subi de grandes modifications (fig. 13, pl. XIII) : l'épiderme seul a changé de caractère, ses cellules sont plus étroites et la paroi externe recouverte d'une cuticule a une grande épaisseur.

Supposons maintenant que les faisceaux, tout en restant moins nombreux, se disposent concentriquement autour d'une moelle comme dans le *Tmesipteris Vieillardi* et nous aurons la structure de la tige feuillée du *Tmesipteris tannensis* ; ces faisceaux qui se réduisent à quatre à la partie moyenne et supérieure de la tige (fig. 1, pl. XIV), peuvent d'ailleurs s'anastomoser tangentiellement pour se séparer à nouveau ; ils donnent insertion aux faisceaux foliaires, à la manière ordinaire.

L'épaisseur du liber et de la moelle se réduit vers le haut ; on observe encore cependant, non loin de l'extrémité, quelques cellules libériennes fibrifiées et aussi des traces de gélification dans les cellules endodermiques.

Les cellules épidermiques sont hautes et on rencontre dans cet épiderme de nombreux stomates.

La feuille

Il est assez facile de faire revenir à leur état normal les feuilles desséchées de cette espèce ; la section produite dans ces conditions est aussi démonstrative que celle qui pourrait être obtenue sur des feuilles vivantes ; elle a la forme représentée (fig. 5, pl. XIV).

Le faisceau atteint un développement qu'il n'avait pas dans les deux espèces précédentes ; les cellules libériennes surtout sont nombreuses ; elles sont entourées par une assise irrégulière de cellules plus grandes et à paroi plus épaisse (fig. 6, pl. XIV).

Le mésophylle est lacuneux ; il a une grande épaisseur (fig. 6, pl. XIV).

Les cellules épidermiques ont leurs parois radiales plissées; elles sont peu allongées suivant l'axe ; leur paroi externe est inégalement épaissie et le dessin qui en résulte, se rapproche de celui qui a été figuré pour le *Tmesipteris elongatum* (fig. 4, pl. XIII), mais avec des ponctuations beaucoup plus nombreuses et plus petites.

Les stomates sont excessivement nombreux sur une face du limbe et ils manquent sur l'autre face.

Il nous reste à étudier le pédicelle des feuilles fructifères : la section en est beaucoup plus large que dans les espèces précédentes (fig. 1-3, pl. XIV) ; les éléments ligneux sont nombreux, quelquefois même on en trouve jusqu'à dix ou douze ; ils sont disposés en un groupe arrondi ; ils peuvent même affecter la forme d'une stèle binaire. Répétons que cette dernière disposition n'a aucune importance pour la détermination de l'organe, puisque nous l'avons rencontrée dans certains faisceaux foliaires des Sélaginelles. Quelques cellules grillagées peuvent fibrifier plus ou moins leur membrane.

Le parenchyme qui entoure le faisceau, est chlorophyllien et lacuneux comme dans la feuille.

En résumé, le *T. tannensis* se distingue des *Tmesipteris Vieillardi* et *T. elongatum,* par les principaux caractères suivants :

1° Les feuilles sont beaucoup plus larges ; elles sont également plus épaisses ; il y a peu d'écailles ainsi que dans le *T. elongatum* et contrairement à ce qui existe dans le *T. Vieillardi ;*

2° La disposition annulaire du bois dans le rhizome, bien qu'elle puisse n'être pas générale, doit être signalée : nous ne l'avons pas vue dans les *T. Vieillardi* et *T. elongatum ;*

3° La disposition des cordons ligneux, dans la tige même ou dans la zone de passage du rhizome à la tige, rappelle celle du *T. Vieillardi*, mais les faisceaux sont toujours beaucoup moins nombreux ; la stèle n'offre pas cet aspect triangulaire signalé dans le *T. elongatum ;*

4° La section de la feuille est bien particulière : tandis que dans le *T. elongatum*, le mésophylle reste affaissé, dans le *T. tannensis*, il reprend facilement sa disposition normale : il est très épais ; les ornements externes de la paroi, dans cette dernière espèce, consistent en ponctuations petites et nombreuses ; elles sont très grandes, de forme variable dans le *T. Vieillardi*, elles sont intermédiaires dans le *T. elongatum*. Le faisceau foliaire est plus développé dans le *T. tannensis* que dans les deux autres espèces ;

5° Le pédicelle des feuilles fructifères a une section de forme différente dans les trois espèces ; c'est dans le *T. tannensis* que le faisceau est le plus développé et c'est dans le *T. elongatum* que le parenchyme est le plus lacuneux, ce qui est en rapport avec la structure du limbe des feuilles ;

6° D'une manière générale; on peut dire que, dans le *T. Vieillardi*, on trouve des stomates sur les deux faces du limbe tandis que dans les *T. elongatum* et *T. tannensis*, ils sont localisés sur la face non directement éclairée. Ajoutons que la présence d'un écran interceptant les rayons du soleil suffit, dans le *T. elongatum*, pour amener la présence de stomates sur l'autre face.

Nous négligeons à dessein les autres différences secondaires qui d'ailleurs ont été signalées précédemment.

2° *Tmesipteris truncatum* (*truncata*) Desvaux

Nous allons étudier ici l'espèce type, celle que nous avons

figurée (fig. 7-8, pl. XIV). Il existe, dans les herbiers, des formes à feuilles plus larges qui semblent faire le passage au *Tmesipteris tannensis*, ce qui n'a pas peu contribué à faire admettre la notion d'une seule espèce dans le genre ; ces formes, nous les avons eues sous les yeux et nous aurions désiré pouvoir les étudier anatomiquement afin de voir à quelle espèce ils se rapportent. La chose n'offre aucune difficulté : il se trouve en effet que, dans le *Tmesipteris truncatum*, la moelle est occupée par un paquet de fibres, alors qu'elle reste parenchymateuse dans le *T. tannensis*. Nous nous permettons donc de signaler ce point à l'attention des anatomistes qui pourraient disposer de ces formes intermédiaires, ou de bien vouloir nous les envoyer en *don* ; peut-être y aurait-il lieu d'y faire une distinction spécifique.

Quoiqu'il en soit, voici la description morphologique et anatomique du *Tmesipteris truncatum*.

La tige est d'une grosseur moyenne ; elle est cependant robuste ; elle porte, comme dans le *T. Vieillardi*, de nombreuses petites lanières ou écailles, qui ne sont autre chose que des feuilles rudimentaires.

Les feuilles ordinaires ressemblent un peu à celles du *T. elongatum*, mais elles sont plus étroites et moins longues : leur extrémité se termine brusquement à angle droit ; la nervure médiane se continue par une épine assez longue qui se recourbe vers le haut (fig. 7-8, pl. XIV) ; ces feuilles sont disposées sur plusieurs rangs, sans qu'il soit possible d'y trouver un cycle foliaire déterminé.

La plante est d'ailleurs facile à distinguer du *T. Vieillardi* dont elle n'a pas la teinte sombre et aussi le grand développement ; si ses caractères extérieurs permettent de la différencier facilement des autres espèces déjà décrites, sa structure offre encore des différences plus tranchées.

Le rhizome

Le rhizome, à son extrémité inférieure, possède une section arrondie ; la stèle est grêle ; les éléments ligneux sont disposés

en bande diamétrale et peu nombreux ; les cellules libériennes sont en partie détruites (fig. 9, pl. XIV) ; les vaisseaux peuvent être groupés en une masse arrondie.

L'écorce a presque toutes ses cellules envahies par cette substance noirâtre ordinairement localisée dans l'endoderme ; cela lui donne un aspect tout spécial (fig. 9, pl. XIV).

L'épiderme a ses cellules aplaties ; quelques-unes se prolongent en poils absorbants.

A la partie supérieure du rhizome, la stèle a subi un changement dans sa structure (fig. 10, pl. XIV) ; le bois y est disposé en deux groupes, l'un plus gros, l'autre plus petit ; cette disposition rappelle celle des *T. tannensis* au même niveau. Plusieurs assises de l'écorce sont encore envahies par la gélification ; les autres ont une membrane épaisse et sont assez régulièrement polyédriques (fig. 10, pl. XIV). L'épiderme commence à montrer les caractères qu'il présente dans la tige ; ses cellules sont en effet étroites, hautes et recouvertes extérieurement d'une membrane épaisse et d'une cuticule.

La tige

Nous passons à la structure de la tige ; au niveau des écailles, en o, fig. 7, pl. XIV, cette structure est bien caractéristique.

Sept ou huit faisceaux sont réunis en un anneau ligneux ; ces faisceaux ont la structure ordinaire, celle que nous avons trouvée partout dans la tige ; le protoxylème forme une lacune ou un îlot entouré par du métaxylème ; le nombre des faisceaux se reconnaît donc au nombre des îlots trachéens ou des lacunes qui les remplacent. Le centre de la tige et c'est la première fois que nous trouvons cette particularité, est occupé par un paquet de fibres ; ces fibres sont très allongées suivant l'axe et leurs parois latérales sont munies de grandes ponctuations. On comprend que la présence de ce gros cordon fibreux central donne à la tige une grande solidité.

Le liber forme une couronne continue autour du bois et comme

ses éléments ont *lignifié* leur membrane, la limite entre les deux est souvent difficile à fixer.

De même, l'endoderme ne montre aucune trace de gélification, et ne peut guère être distigué des autres cellules de l'écorce : celles-ci sont nombreuses : on en compte une dizaine d'assises.

Dans la région foliacée de la tige, la structure générale est absolument la même : la section, au lieu d'être arrondie, présente des saillies plus ou moins nombreuses, plus ou moins proéminentes : elles résultent de la décurrence des feuilles : l'ilot fibreux central a subi une réduction : le nombre des faisceaux de la stèle diminue également peu à peu : ces faisceaux donnent insertion aux faisceaux foliaires comme à l'ordinaire : sauf dans les côtes, le nombre des assises de l'écorce est de six à huit.

Enfin, vers l'extrémité supérieure de la tige, le nombre des faisceaux de la tige se réduit à deux ou trois : ils sont réunis au centre par leur métaxylème (fig. 12, pl. XIV).

La feuille

L'étude anatomique des feuilles est facile à faire dans cette espèce ; elles reviennent très bien à leur état normal et la forme de leur section, épaisse au milieu, amincie sur les bords, est représentée (fig. 1, pl. XV). Le mésophylle est lacuneux ; on le le voit en section transversale (fig. 2, pl. XV) et il est figuré tel qu'il se montre vu de face, au-dessous de l'épiderme, dans la fig. 3, pl. XV.

Le faisceau foliaire a un développement moyen (fig. 2, pl. XV) Le pédicelle des feuilles fructifères est petit ; la fig. 14, pl. XIV, en représente deux sections ; l'une dans sa partie voisine de la tige, l'autre au moment de la séparation des deux limbes ; ces sections, mieux que toute description, donnent une idée des différences qu'elles présentent avec celle des autres espèces ; elles se rapprochent un peu des sections du pédicelle dans le *T. elongatum* ; mais le parenchyme y est moins abondant, moins lacuneux. En ce qui concerne la disposition des stomates, nous n'aurions qu'à répéter ce qui a été dit du *T. elongatum*.

Nous n'avons aucun besoin de faire ressortir les différences anatomiques qui distinguent le *Tmesipteris truncatum* des *T. Vieillardi*, *T. elongatum*, *T. tannensis :* un seul caractère, celui de la présence des fibres médulaires, suffit à le séparer nettement des autres ; une seule espèce, celle qui nous reste maintenant à décrire, possède aussi des fibres médullaires.

3° *Tmesipteris lanceolatum* sp. nov.

La plante que nous désignons sous ce nom, a des feuilles larges qui ne permettraient de la confondre qu'avec le *T. tannensis;* mais la forme des feuilles est bien différente dans les deux espèces ainsi qu'il résulte de la comparaison des figures 9, pl. XIII et 6, pl. XV; tandis que le *T. tannensis* a des feuilles terminées brusquement à angle droit, dans le *Tmesipteris lanceolatum*, ces feuilles sont très nettement lancéolées, d'où son nom.

La disposition sur la tige est également différente : dans le *T. lanceolatum*, excepté vers le bas, les feuilles sont *régulièrement* disposées à droite et à gauche avec le cycle 1/2 ; la décurrence du limbe forme sur la tige une aile très saillante.

Les tiges de cette espèce sont grêles et n'atteignent pas une grande hauteur.

Le rhizome

Dans le rhizome, la stèle est binaire ; l'endoderme se fait remarquer, non-seulement par la substance noire qu'il renferme, mais aussi par la *dimension* remarquable de ses cellules ; les autres cellules de l'écorce sont également larges et grandes ; elles sont plus ou moins affaissées et elles ne reviennent que difficilement à leur position normale ; l'épiderme porte de nombreux poils absorbants.

Plus haut, les éléments ligneux de la stèle se fractionnent en deux groupes (fig. 7, pl. XV) ; les cellules de l'écorce sont collenchymateuses ; la substance noire est localisée dans l'endoderme.

La tige

Nous ne nous arrêterons pas à la structure de la tige ; c'est

exactement celle que nous avons décrite dans le *Tmesipteris truncatum ;* des fibres médullaires entourées par un anneau ligneux formé d'un nombre variable de faisceaux (fig. 9, pl. XV), le tout entouré par des cellules libériennes à membrane lignifiée.

Nous remarquerons seulement que la section a un contour différent et que les cellules de l'écorce ont leurs parois plus minces (fig. 9, pl. XV).

Vers le haut, les fibres médullaires disparaissent de bonne heure et les faisceaux se rejoignent au centre. On peut souvent distinguer, dans le liber, les éléments grillagés qui ont leur membrane plus épaisse et plus lignifiée que les autres cellules libériennes.

A la partie tout à fait supérieure (fig. 8, pl. XV), la stèle comprend un groupe ligneux arrondi : quelques cellules libériennes ont fibrifié leur paroi : les faisceaux se détachent de cette stèle, alternativement à droite et à gauche dans les ailes, pour se rendre dans les feuilles.

La feuille

Une particularité des feuilles est la suivante : lorsqu'on essaie de les faire revenir à leur état normal, généralement c'est en vain : le mésophylle, très lacuneux, reste affaissé sur lui-même, sauf aux extrémités (fig. 11, pl. XV); la section d'ensemble a la forme représentée (fig. 10, pl. XV).

Les feuilles, par suite même de leur disposition sur la tige, ne se protégent guère les unes les autres contre la lumière trop vive : aussi, les stomates n'y sont le plus souvent disposés que sur une face du limbe ; cependant, lorsqu'elles peuvent porter ombre, ce qui arrive surtout pour les feuilles fructifères, il peut se développer des stomates sur l'autre face du limbe.

En résumé, le *T. lanceolatum* ne peut être confondu au point de vue anatomique qu'avec le *T. truncatum* ; encore s'en distingue-t-il facilement à la structure des feuilles.

D'ailleurs, point n'est besoin de l'anatomie pour séparer ces deux espèces ; elles ont un aspect bien différent.

III

Considérations générales

Après l'étude qui précède, il est possible de jeter un coup d'œil d'ensemble sur l'anatomie des *Tmesipteris*, sur les conséquences nouvelles qui découlent de ces recherches monographiques ; puis la question de la symbiose des champignons qui vivent dans le rhizome, sera traitée en supplément.

Les renseignements précis obtenus dans les trois premiers chapitres, pour chaque espèce étudiée, vont nous permettre d'exposer maintenant ici les faits généraux : nous verrons successivement le *rhizome*, la *tige*, la *feuille*, le *sporange*.

LE RHIZOME

Il n'y a pas de racines chez les *Tmesipteris*; leur rôle est rempli par un rhizome couvert de poils absorbants; ce rhizome, de couleur brun jaunâtre, tirant parfois sur le noir, porte des ramifications plus ou moins nombreuses (*T. Vieillardi*, *elongatum*), etc. : souvent ces ramifications ont disparu par l'arrachage; ce rhizome est engagé dans le feutrage de racines qui recouvre le tronc des Fougères arborescentes, mais il paraît également pouvoir se développer sur la terre humide (*T. Vieillardi*) ; les ramifications peuvent se terminer par une tige feuillée.

Le système libéro-ligneux du rhizome comprend normalement une stèle binaire, donnant naissance par une sorte de dichotomie sympodique aux ramifications (*T. Vieillardi*, fig. 3, 4, 7, pl. IX, *T. elongatum, T. truncatum*); d'autres fois, les éléments ligneux sont disposés en trois groupes (*T. tannensis*, *T. lanceolatum*, fig. 10, pl. XIII, fig. 7, pl. XV). Il est bon d'ajouter que cette dernière disposition se réalise chez toutes les espèces en arrivant à la tige proprement dite ; d'un autre côté, dans les ramifications, la stèle binaire peut perdre son caractère de détermination.

Le liber est formé par plusieurs assises de cellules libériennes :

elles diffèrent de celles de la tige par leurs membranes plus minces, leurs dimensions plus grandes ; de plus, elles ne se transforment pas en fibres ; l'assise la plus externe, composée de cellules plus grandes, semble correspondre au *périphragme* (fig. 4, pl. IX).

Une particularité curieuse nous est offerte par les cellules de l'écorce : leur paroi peut se gélifier et se transformer en une substance noirâtre qui remplit souvent complètement la cellule : cette substance peut se localiser dans l'endoderme ou se former dans toutes les cellules de l'écorce ; cette écorce donne asile à des formations mycéliennes diverses : on y rencontre souvent de l'amidon en abondance ; le tissu est parfois collenchymateux (*T. Vieillardi*, *T. tannensis*).

Les cellules de l'épiderme sont aplaties, larges, peu allongées suivant l'axe (fig. 8. pl. IX) ; elles donnent naissance à des poils absorbants unicellulaires (fig. 11, pl. IX) ; leur paroi externe reste mince contrairement à ce qui existe dans la tige et c'est elle qui, fortement colorée, donne au rhizome son reflet caractéristique.

LA TIGE

La tige est loin d'avoir le même aspect dans toutes les espèces : ainsi, elle est forte et robuste dans le *T. Vieillardi,* mince et très élancée dans le *T. elongatum*, grêle et courte dans le *T. lanceolatum ;* sa surface, au-dessous des premières feuilles, est sillonnée dans les *T. Vieillardi* et *truncatum* ; les feuilles y sont longuement décurrentes et ces décurrences forment dans le *T. lanceolatum* de véritables ailes.

Les faisceaux caulinaires ont, chez toutes les espèces, la même structure générale : c'est leur disposition et leur nombre qui varient selon les espèces et aussi, dans une même espèce, selon les niveaux.

Cette structure est la suivante : les trachées constituant le protoxylème occupent le centre du faisceau : elles sont souvent remplacées de bonne heure par une lacune : tout autour, se développent les vaisseaux scaliformes (fig. 4-5, pl. X); le liber ne forme qu'un arc placé extérieurement, du côté de la surface de

la tige : les divers faisceaux libériens s'unissent en une couronne continue qui entoure les faisceaux ligneux : les éléments grillagés se transforment fréquemment en fibres (*T. Vieillardi, T. lanceolatum*).

Les faisceaux peuvent être disposés autour d'une large moelle (*T. Vieillardi*, fig. 8-9, pl. X), alors, très nombreux et séparés les uns des autres ; ils sont également nombreux, mais réunis en anneau dans les *T. truncatum* (fig. 11, pl. XIV) et *T. lanceolatum* : réduits à trois ou quatre, ils sont soit réunis au centre (*T. elongatum*), soit disposés autour d'une moelle (*T. tannensis*) et alors un peu plus nombreux. Cette disposition générale est celle de la partie bien développée de la tige, car, dans *toutes les espèces*, le nombre des faisceaux se réduit graduellement vers le haut, jusqu'aux deux derniers qui passent dans les deux dernières feuilles ; de même, vers le haut, la moelle disparaît et les faisceaux se réunissent au centre.

La moelle peut rester parenchymateuse (*T. Vieillardi*, *T. tannensis*) ; elle est occupée par des cellules fibreuses dans les *T. truncatum* et *T. lanceolatum* ; elle n'existe point ou est très réduite dans le *T. elongatum* : dans le *T. Vieillardi*, elle est collenchymateuse.

La course des faisceaux n'offre qu'un médiocre intérêt puisqu'elle varie considérablement avec les niveaux ; nous l'avons cependant établie pour un niveau déterminé dans le *T. Vieillardi* (fig. 7, pl. X) ; les faisceaux foliaires viennent se continuer lentement dans les faisceaux caulinaires ; le nombre des faisceaux foliaires qui peuvent se rencontrer dans l'écorce, à un degré de pénétration variable, est de quatre ou cinq dans le *T. Vieillardi* ; ce nombre se réduit à un ou deux dans les autres espèces (*T. elongatum*, fig. 12, pl, XII, *T. lanceolatum*, fig. 9, pl. XV, etc.) ; ils ont une structure qui sera examinée à l'étude de la feuille.

L'écorce varie d'épaisseur selon les espèces et selon le niveau observé ; elle est souvent plus ou moins collenchymateuse ; le collenchyme est surtout bien développé dans le *T. Vieillardi* (fig, 6, pl. X).

L'épiderme n'a plus les caractères qu'il avait dans le rhizome ; ses cellules sont peu larges, hautes et la paroi externe est épaisse, à stries concentriques et recouverte d'une cuticule.

La substance noirâtre dont nous avons parlé pour le rhizome, se retrouve dans la tige ; elle peut exister jusque vers l'extrémité supérieure et entourer même les faisceaux foliaires (*T. elongatum*, fig. 12, pl. XII).

LA FEUILLE

Les feuilles, chez les *Tmesipteris*, sont bien développées, sauf à la partie inférieure de la tige où elles sont réduites à des écailles, parfois même à de petites lanières (*T. Vieillardi*, *T. truncatum*) ; elles sont larges, obtuses (*T. tannensis*) ou lancéolées (*T*, *lanceolatum*) ; elles sont étroites, sensiblement de même largeur de la base au sommet (*T. Vieillardi*) , longues et plus larges au milieu (*T. elongatum*) ; elles sont parcourues par une nervure médiane qui se continue par un petit mucron ou une petite épine.

Les feuilles sont dispersées sur la tige sans ordre apparent ; elles ont sensiblement leur limbe situé dans un plan vertical ; vers le haut de la tige, elles sont assez souvent disposées régulièrement à droite et à gauche (*T. lanceolatum*, fig. 6, pl. XV ; *T. truncatum*, etc.) ; elles se continuent sur la tige en formant une longue décurrence ; les feuilles sont sessiles, sauf les feuilles fructifères.

Les feuilles fructifères sont pétiolées ; elles sont réunies par deux, par suite de la coalescence des pétioles ; le pédicelle ainsi formé est long et grêle (*T. elongatum*, fig. 5, pl, XII) gros et court (*T. tannensis*, fig. 9, pl. XIII) ; grêle et peu allongé (*T. truncatum*, fig, 8, pl. XIV) ; la coalescence des pétioles s'accuse par l'existence d'ailes dont les inférieures sont les plus prononcées (fig, 15, pl. XI ; 7, pl. XIII ; 2, 3, 14, pl. XIV) ; le limbe des feuilles fructifères est en général plus petit que celui des feuilles ordinaires.

La structure des feuilles appartient à un type unique : les cellules épidermiques sont un peu allongées suivant l'axe, mais moins que sur la tige (fig. 6, pl. XI ; fig. 3, pl. XIII) : leur longueur est plus grande sur la nervure médiane ; leur paroi ex-

terne est épaissie inégalement à sa face interne ; de là des dessins qui varient d'aspect avec les espèces (fig. 12, pl. XI ; fig. 4, 5, pl. XIII) ; ces dessins se montrent sur toute la surface (*T. Vieillardi*) ou seulement sur les bords du limbe et la nervure (*T. elongatum*) ; il y a d'ailleurs de nombreuses variations locales.

Le mésophylle est formé par des cellules rameuses, allongées suivant l'axe de la feuille et laissant entre elles de nombreux méats ; il est relativement plus dense dans le *T. Vieillardi* (fig. 9, pl. XI), dans le *T. tannensis* (fig. 6, pl. XIV) et le *T. truncatum* (fig. 2, pl. XV) ; il est plus lacuneux dans les *T. elongatum* (fig. 2, pl. XIII) et le *T. lanceolatum* (fig. 11, pl. XV) ; aussi, les sections, dans ces dernières espèces, restent-elles affaissées (fig. 1, pl. XIII; fig. 10, pl. XV); l'épaisseur du mésophylle diminue vers les bords du limbe.

Le faisceau foliaire a une structure uniforme ; ce qui varie c'est le nombre des éléments, selon les espèces, et le niveau auquel on les examine ; d'une manière générale, le centre du faisceau est occupé par cinq ou six vaisseaux ; ces vaisseaux sont entourés par des cellules libériennes (fig. 8, pl. XI ; fig. 6, pl. XIV ; fig. 2, pl. XV); ils conservent la même structure dans l'écorce de la tige (fig. 2, pl. XI) ; vers le haut du limbe, le nombre des vaisseaux se réduit à une trachée qui elle-même disparaît ; il n'y a plus qu'un cordon procambial. Autour du faisceau, il existe une assise de cellules plus grandes ; c'est sans doute un endoderme mal différencié.

Si les feuilles fructifères sont stériles, leurs deux faisceaux seuls se réunissent dans le pédicelle commun ; le cordon libéroligneux qui en résulte, conserve la disposition du faisceau foliaire ordinaire, du moins en général ; le nombre des éléments seul est plus grand (fig. 3, 17, pl. XI) ; parfois cependant, les vaisseaux se disposent comme dans une stèle binaire (fig. 4, pl. XIV) ; dans la même figure, on voit que quelques cellules grillagées sont transformées en fibres.

Si les feuilles fructifères sont fertiles, les choses se passent de la même facon, sauf que le sporange fournit un petit cordon ligneux qui vient se réunir aux deux autres (fig. 6, pl. XIII).

Les feuilles fructifères sont insérées à un niveau quelconque de la tige.

Disposition des stomates. D'une manière générale, les stomates ne se rencontrent que sur une face du limbe, celle qui, sans doute correspond à la face inférieure dans les autres plantes (*T. elongatum, T. tannensis*, *T. truncatum*, *T. lanceolatum*) : mais, il peut cependant s'en trouver sur l'autre côté, localisés en un endroit quelconque, si cet endroit a été protégé contre le soleil par une autre feuille formant écran : c'est ce qui se produit surtout pour les feuilles fructifères.

Dans le *T. Vieillardi*, les stomates se rencontrent assez également sur les deux faces : il faudrait sans doute aller en chercher la cause dans la manière dont ces plantes végètent.

Sur les pédicelles fructifères, les stomates sont disposés de préférence sur les côtés (fig. 7, pl. XIII).

LE SPORANGE

Le sporange a la forme d'une coque à deux loges (fig. 13, pl. XI ; fig. 2, pl. XII, etc). Il est placé à la partie supérieure du pétiole, à l'endroit où les deux limbes se séparent et du côté de la tige (fig. 2, pl. IX ; fig. 5, pl. XII ; fig. 9, pl. XIII, etc). ; son grand axe est dirigé suivant l'axe même du pétiole.

Il est supporté par un pédicelle rudimentaire, dans lequel le cordon ligneux se sépare en deux (fig. 1, pl. XII) : plus haut, dans le sporange, ces cordons s'écartent à droite et à gauche (fig. 2, pl. XII).

L'épiderme ne montre aucun stomate ; ses cellules sont hautes ; leurs membranes sont également épaissies (fig. 3, pl. XII) et elles ont une teinte jaunâtre ; sous l'épiderme, se trouvent des cellules ponctuées (fig. 3-4, pl. XII) ; à ces cellules, on trouve encore quelquefois adhérentes les cellules-mères des spores.

Le sporange s'ouvre par une fente, située à la partie supérieure et dirigée suivant le grand axe.

Nous avons adopté dans cette monographie, au sujet de l'appareil qui porte le sporange, l'idée de deux feuilles soudées ensemble

par leur pétiole : c'est, en effet, l'interprétation qui nous semble la plus simple, la plus conforme aux faits et celle qui se présente naturellement à l'esprit, lorsqu'on examine par exemple le schéma de la fig. 13, I, pl. XI. Comme nous le montre aussi la section des pédicelles, les feuilles de l'appareil fructifère, ont conservé l'orientation des autres feuilles de la tige ; c'est même là une raison déterminante en faveur de notre opinion ; en effet, si l'on avait affaire à un rameau, les feuilles devraient être orientées par rapport à ce rameau et non pas par rapport à la tige ; d'un autre côté, si le pédicelle est de nature axile, il faut admettre que l'axe se continue par le sporange, ce qui ne paraît guère admissible étant donnée l'organisation de ce dernier.

Les conclusions particulières de ce travail se trouvent dans ce qui précède : nous terminerons en donnant les conséquences générales.

A. *Le genre Tmesipteris n'est pas réduit à une seule espèce comme on l'admet : cinq espèces ont pu être nettement caractérisées, les voici :*

1° *Tmesipteris Vieillardi* sp. nov.

Espèce grande et *robuste* : teinte générale *sombre* caractéristique de l'espèce ; rhizome bien développé, *nombreuses* écailles ou lanières à la partie inférieure des tiges. Feuilles tronquées, *étroites*, sensiblement de *même largeur* de la base au sommet du limbe, longuement décurrentes, *nombreuses*, rapprochées les unes des autres, limbe nettement vertical, *coriace*.

Caractères anatomiques principaux. Écorce de la tige et du rhizome très *épaisse*, *collenchymateuse* à un haut degré ; stèle binaire dans le rhizome ; stèle formée de *nombreux* faisceaux ligneux *isolés* autour d'une *large* moelle *parenchymateuse* collenchymateuse, et entourés d'une assise continue de liber (partie moyenne de la tige). Feuilles avec épiderme à paroi externe

épaissie inégalement, ce qui produit, vu de face un reticulum à *larges mailles* très apparent ; mésophylle à cellules rameuses.

Habitat. Nouvelle-Calédonie. Paraît vivre sur la terre humide.

2° *T. elongatum* sp. nov.

Espèce *grêle* et *élancée*, flexible, la plus *longue* du genre ; rhizome bien développé : *peu* d'écailles à la partie inférieure des tiges. Feuilles tronquées ou *lancéolées*, étroites, plus *larges* en leur milieu, très *longues*, décurrentes, disposées sur *trois* ou quatre rangs ; feuilles fructifères à pédicelle *très long ;* limbe vertical.

Caractères anatomiques principaux. Écorce peu épaisse, peu collenchymateuse ; stèle binaire dans le rhizome ; stèle formée de trois ou quatre faisceaux ligneux, *réunis* plus ou moins intimement au centre dans la tige. Section de la tige, d'abord quadrangulaire, puis plus haut, triangulaire. Feuilles avec ornements épidermiques *localisés* sur les bords de la feuille ou sur la nervure ; en forme de *fentes* ou de ponctuations. Mésophylle à cellules rameuses, formant un *tissu lâche.*

Habitat. Terre de Van Diémen ; New South Wales. Vit sur le tronc des Fougères aborescentes.

Synonyme. *Psilotum truncatum* Br.

3° *T. tannensis* Bernhardi

Espèce *forte* et *robuste ;* rhizome incomplet sur les échantillons d'herbier ; *peu* d'écailles à la partie inférieure des tiges. Feuilles tronquées *très larges*, *épaisses*, décurrentes, disposées irrégulièrement sur trois ou *quatre* rangs ; pédicelle des feuilles fructifères *gros* et en général assez court.

Caractères anatomiques principaux. Écorce assez épaisse, collenchymateuse ; stèle comprenant trois groupes ligneux séparés (normalement ?) dans le rhizome ; stèle caulinaire à faisceaux ligneux, peu *nombreux*, *isolés* autour d'une moelle *parenchymateuse*. Feuilles à section large et épaisse ; ornements épidermiques formés par des ponctuations plus *petites* et plus *nombreuses* que dans le *T. elongatum ;* mésophylle *épais*, à cellules rameuses

reprenant facilement, après dessication, leur état normal ; tissu *solide ;* faisceau foliaire bien *développé.*

Habitat. Tasmanie, Victoria, Nouvelle Zélande, etc. ; tronc des Fougères arborescentes.

Synonymes. *T. Forsteri* Endlicher et probablement aussi *Psilotum oxyphyllum* Hooker fils, *Lycopodium tannense* Spreng.

4° *T. truncatum* (truncata) Desvaux

Espèce ayant l'aspect du *T. Vieillardi ;* elle n'en possède pas la *teinte sombre* ni le grand développement ; nombreuses écailles ou lanières à la partie inférieure des tiges. Feuilles tronquées, étroites, variant peu de diamètre de la base au sommet du limbe, décurrentes, nombreuses : limbe vertical peu coriace.

Caractères anatomiques principaux. Ecorce d'épaisseur moyenne à membrane épaisse dans la tige, peu collenchymateuse, stèle comprenant deux ou trois groupes ligneux isolés (normalement?) dans le rhizome : stèle, dans la tige, comprenant sept ou huit faisceaux, *réunis* en anneau autour d'une moelle à *éléments fibreux.* Feuilles à mésophylle lacuneux, du type *T. tannensis*, mais moins épais.

Habitat. Nouvelle Hollande, Nouvelle Zélande, etc. Sur le tronc des fougères arborescentes.

Synonymes. *Psilotum truncatum,* R. Brown ; *T. tannensis* Labill.; *T. Billiardieri* Endlicher.

5° *T. lanceolatum* sp. nov.

Espèce grêle, droite : écailles peu nombreuses à la partie inférieure des tiges. Feuilles *larges*, toutes *lancéolées*, décurrentes en une *aile* très saillante, disposées assez régulièrement à droite et à gauche.

Caractères anatomiques généraux. Cellules de l'écorce, grandes, affaissées sur elles-mêmes par la dessication et revenant difficilement à l'état normal ; stèle binaire dans le rhizome ; stèle de la tige *semblable* à celle du *T. truncatum* ; faisceaux disposés autour d'une moelle à *éléments fibreux.* Feuilles à mésophylle lacuneux, à tissu lâche du type signalé dans le *T. elongatum.*

Habitat. Montagnes-Bleues.

B. *L'anatomie a été du plus grand secours pour la détermination de ces espèces.*

C'est une confirmation des vues magistralement exposées par Vésque sur le rôle de l'anatomie dans la classification (1).

Le fait saillant, révélé ici par l'anatomie, c'est la structure générale du phyton, identique chez toutes les espèces. Ce qui varie, c'est le *mode d'assemblage* de ces phytons pour former la plante ; comme conséquence, c'est le *nombre* et la *disposition* variables des faisceaux dans la tige selon les *espèces* et aussi selon le *niveau*. Ce qui varie encore, ce sont la forme et la dimension de ces phytons : comme conséquence, l'épaisseur plus au moins grande de l'écorce, de la moelle, du mésophylle ; le développement à divers degrés du faisceau dans son ensemble ou dans ses parties constituantes ; les différences de contour des sections.

Ce qui varie encore, ce sont l'orientation et leur degré d'éclairage : de là, des différences dans la *répartition* des stomates, dans les *ornements* des cellules épidermiques.

La plupart de ces variations se produisent et selon les *espèces* et selon le *niveau*.

Ainsi donc, chez les *Tmesipteris*, on se trouve en présence : 1° de variations d'espèce à une autre ; 2° de variations dans le même individu selon le niveau, ces dernières étant très prononcées ; c'est la distinction de ces deux ordres de variations qui a nécessité les développements du présent Mémoire.

Un caractère important permet de distinguer les *Tmesipteris* en deux sections, selon qu'ils ont des fibres médullaires ou en sont dépourvus et on peut dresser le tableau de détermination suivant, établi à dessein uniquement sur des particularités anatomiques (échantillons d'herbier !)

Pas de fibres médullaires : nombreux faisceaux;
moelle très large, collenchymateuse ; ornements
épidermiques du limbe en réseau. . . . . . *T. Vieillardi.*

(1) Vesque. De l'emploi des caractères anatomiques dans la classification (Bulletin de la Société Botanique, congrès de Paris, août 1889).

Pas de fibres médullaires : faisceaux moins nombreux; moelle moins large, ornements épidermiques en forme de ponctuations . . . . *T. tannensis.*

Pas de fibres médullaires : trois ou quatre faisceaux réunis plus ou moins intimement au centre. *T. elongatum.*

Fibres médullaires : mésophylle lacuneux élastique, section de la feuille amincie sur les bords, étroite . . . . *T. truncatum.*

Fibres médullaires : mésophylle lacuneux, affaissé ; section large, renflée aux extrémités. . . *T. lanceolatum.*

C. *Les Tmesipteris, sauf l'orientation verticale du limbe des feuilles, ont la constitution générale des autres plantes.*

Il ne faut donc pas y voir des *fasciations,* des *cladodes*, des *sympodes* de cladodes, etc. ; puissent cette interprétation et la théorie qui l'a fait naître, n'avoir pas, malgré nos efforts, d'échos trop prolongés ; nous pensons sincèrement qu'elles doivent disparaître, tout en reconnaissant bien volontiers la valeur intrinsèque des recherches qui ont servi de base à ces idées.

D. *Le faisceau des Tmesipteris*, *comme celui des Sélaginelles*, *comprend du protoxylème* (faisceaux foliaires) *auquel peut s'ajouter du métaxylème* (faisceaux caulinaires) ; *mais le métaxylème, au lieu de se différencier d'un seul côté, se développe tout autour.*

Avec cette manière de comprendre le faisceau des Cryptogames, il est facile d'établir la comparaison avec le faisceau des Phanérogames. On sait que ce dernier est dit *fermé* ou *ouvert* selon qu'il est dépourvu d'une zone génératrice ou qu'il en possède une. Le faisceau fermé est comparable au faisceau à protoxylème des Cryptogames ; le faisceau ouvert est comparable au faisceau à protoxylème et métaxylème des Cryptogames ; bien que les deux dispositions résultent d'un procédé différent, le rôle physiologique est le même et aussi le rôle mécanique.

Ce sont là des idées nouvelles qui résultent avec la dernière

évidence de notre *Essai sur l'anatomie des Cryptogames vasculaires* et du présent travail.

E. *On peut caractériser les diverses dispositions du système libéro-ligneux des Tmesipteris en disant que ce sont des plantes monostélisques, à stèle binaire* (deux faisceaux) *ou composée* (plus de deux faisceaux) *avec moelle ou sans moelle.*

A ce propos, il y aurait utilité, pensons-nous, à employer l'expression de stèle monostélique, même lorsque les faisceaux *disposés en cercle* ne sont pas réunis sous un endoderme commun *complet ;* si les arcs endodermiques ne se rejoignent pas, la disposition est dite *astélique*, tout comme lorsque les faisceaux sont dispersés ; il serait préférable de réserver le terme *astélie* pour ce dernier cas.

En voici les raisons : d'abord, il est loin d'être *prouvé* que l'endoderme soit toujours différencié ; en admettant qu'il le soit toujours, il est souvent *impossible* de le reconnaître, et alors quoi faire ? Je n'ignore pas les difficultés d'application qui peuvent se rencontrer ; où finit le faisceau ? où commence la stèle ? Il faudra bien admettre, là comme partout, les passages, les transitions qui ne peuvent être caractérisées actuellement que par le dessin, dans le pétiole des Phanérogames par exemple, dans tous les organes des *Cryptogames vasculaires.*

L'important était de donner la correspondance de la *stèle* et du *faisceau* dans les plantes vasculaires : Van Tieghem et Douliot l'ont établie pour la stèle (1) ; dans la mesure de nos forces, nous pensons l'avoir donnée pour le faisceau.

F. *Les Tmesipteris sont un excellent exemple pour étudier l'organisation phytonnaire d'une plante ; l'individualité des phytons s'accuse nettement à la surface et à l'intérieur de la tige.*

On sait que nous avons repris à ce sujet la théorie de Gaudichaud et songé à la mettre au niveau des progrès récents faits en

(1) Van Tieghem et Douliot. Sur la polystélie (Annales des Sciences naturelles, 7e Série, t. III).—Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires (Id., 7e Série, t. VIII, 1888).

Botanique. Elle nous a déjà fourni l'explication de la nature des rhizomes et les intermédiaires qui conduisent à la racine (1) ; elle nous a fait comprendre l'organisation de la jeune plantule avec sa racine principale (2) ; elle nous a dévoilé le plan si simple des Sélaginelles (3). Lorsqu'on voudra l'appliquer à l'étude de la nature des ovaires, elle fournira, sans aucun doute, la solution des difficultés qui divisent à ce sujet les anatomistes. Que ceux qui pensent que cette Théorie, dans les limites où nous l'avons formulée, n'est pas exacte, veuillent bien exposer leurs objections : du choc des idées jaillit la lumière !

(1) P. A. Dangeard. Recherches de morphologie et d'anatomie végétales (Le Botaniste, 1re Série, p. 175-182).

(2) P. A. Dangeard. Recherches sur le mode d'union de la tige et de la racine chez les Dicotylédones (Le Botaniste, 1re Série, p. 75).

(3) P. A. Dangeard. Essai sur l'anatomie des Cryptogames vasculaires (Le Botaniste, 1re Série, p. 211-266).

EXPLICATION DES PLANCHES

NOTA. — Toutes les figures dont le grossissement est indiqué ont été dessinées avec l'appareil à dessiner de Abbe.

PLANCHE IX

Tmesipteris Vieillardi sp. nov. fig. 1-10

Fig. 1. Partie moyenne et inférieure d'un pied robuste de cette espèce ; *e*, écailles.
Fig. 2. Partie supérieure avec les feuilles fructifères.
Fig. 3. Dichotomie de la stèle du rhizome suivant le diamètre *o o'*.
Fig. 4. Structure de la stèle binaire du rhizome : *a*, cellules endodermiques, avec substance noire ; *l*, liber ; *o*, protoxylème ; vaisseaux scalariformes au centre.
Fig. 5. La stèle d'une petite ramification du rhizome, écorce collenchymateuse.
Fig. 6. Une petite stèle au moment de la dichotomie.
Fig. 7. Course des stèles dans le rhizome.
Fig. 8. Cellules épidermiques ; trois se prolongent en poils absorbants. Gross. 100.
Fig. 9. Section transversale de l'écorce du rhizome, montrant l'aspect collenchymateux. Gross. 100.
Fig. 10. Section longitudinale de cette écorce, avec les pelotes mycéliennes. Gross. 100.

PLANCHE X

Fig. 1. Cellule isolée avec un amas mycélien.
Fig. 2. *Cladochytrium Tmesipteridis* sp. nov ; sporanges et kystes.
Fig. 3. Section transversale de la partie inférieure de la tige : trois cordons ligneux ; couronne de cellules libériennes ; quelques-unes se sont transformées en fibres.
Fig. 4. Faisceaux caulinaires isolés ; *o*, lacune centrale produite par disparition du protoxylème ; *l*, fibre libérienne.
Fig. 5. Faisceaux caulinaires au niveau des feuilles fructifères.
Fig. 6. Section transversale de l'écorce de la tige dans sa partie moyenne.
Fig. 7. Course des faisceaux caulinaires ; leurs relations avec les faisceaux foliaires dans la partie moyenne de la tige.
Fig. 8. Disposition des faisceaux au niveau supérieur de la partie étudiée.
Fig. 9. Id. id. id. inférieur id. id.

PLANCHE XI

Fig. 1. Faisceau médullaire à la partie inférieure de la tige.
Fig. 2. Un faisceau foliaire ordinaire pendant son séjour dans l'écorce de la tige.
Fig. 3. Id. d'une feuille fructifère id id. id.
Fig. 4. Section transversale d'ensemble de la tige à sa partie supérieure ; *f*, *f*, côtes formées par les rachis phytonnaires. Gross. 25.
Fig. 5. Epiderme de la tige et stomate.
Fig. 6. Epiderme du pédicelle de la feuille fructifère.
Fig. 7. Section de la feuille.
Fig. 8. Id. et détails du faisceau de la nervure.
Fig. 9. Section de la feuille et stomates sur les deux faces.
Fig. 10. Epiderme de la feuille. Gross. 100.
Fig. 11. Un stomate en section.
Fig. 12. Ornements de la paroi externe des cellules épidermiques.
Fig. 13. I. Schéma indiquant la disposition des feuilles ordinaires et des feuilles fructifères autour de la tige ; II. Feuille fructifère avec son sporange vue du centre de la tige.
Fig. 14. III. Feuille fructifère vue de profil.
Fig. 15. I, II, III. Sections transversales du pédicelle des feuilles fructifères à partir de la tige.
Fig. 16. Détail de la section au niveau I, fig. 15.
Fig. 17. Id. id. II, fig. 15.

PLANCHE XII

Fig. 1. Section transversale du pédicelle du sporange.
Fig. 2. Id. du sporange avec ses deux loges L.
Fig. 3. Détail de la section.
Fig. 4. Cellules sous-épidermiques du sporange.

Tmesipteris elongatum sp. nov.

Fig. 5. Aspect de la plante : *e*, écailles ; *s*, feuilles fructifères.
Fig. 6. Jeune individu avec son rhizome.
Fig. 7. Section transversale du rhizome : stèle binaire ; *p*, protoxylème ; *g*, gaîne de cellules à paroi gélifiée.
Fig. 8. L'écorce en section transversale au même niveau avec ses pelotes mycéliennes. Gross. 100.
Fig. 9. Section quadrangulaire de la tige à sa partie inférieure.
Fig. 10. Détail de la stèle au même niveau. Gross. 100.
Fig. 11. Section de l'écorce id. Gross. 100.

Fig. 12. Section transversale de la tige au niveau *c*; départ des faisceaux foliaires. Gross. 25.

Fig. 13. Section transversale de la tige à sa partie supérieure.

PLANCHE XIII

Fig. 1. Section de la feuille.

Fig. 2. id. à une de ses extrémités. Gross. 100.

Fig. 3. Cellules épidermiques de la feuille et stomate.

Fig. 4, 5. Les ornements de leur paroi externe.

Fig. 6. Section du pédicelle des feuilles fructifères près de l'insertion du sporange. Gross. 25.

Fig. 7. Sections du même pédicelle et disposition des stomates.

Fig. 8. Schéma de la disposition des stomates sur les feuilles; il en existe sur les deux faces du limbe dans les parties ombrées.

Tmesipteris tannensis Bernhardi

Fig. 9. Aspect de la plante; *e*, écailles; s, feuilles fructifères.

Fig. 10. Section du rhizome au niveau indiqué par le pointillé. Gross. 100.

Fig. 11. id. ; détails de la stèle. Gross. 100.

Fig. 12. Section transversale de la tige et détails de la stèle ; l, lacune centrale des faisceaux. Gross. 100.

Fig. 13. Section de l'écorce au même niveau. Gross. 25.

PLANCHE XIV

Fig. 1. Section de la tige vers sa partie moyenne et supérieure; quatre faisceaux.

Fig. 2, 3. Sections transversales de ce pédicelle des feuilles fructifères.

Fig. 4. Le faisceau du pédicelle.

Fig. 5. Section de la feuille.

Fig. 6. id. avec le détail du faisceau de la nervure. Gross. 100.

Tmesipteris truncatum (truncata) Desvaux.

Fig. 7. Aspect de la plante.

Fig. 8. Sa partie supérieure: feuilles fructifères.

Fig. 9. Section du rhizome. Gross. 100.

Fig. 10. id. à un niveau supérieur. Gross. 25.

Fig. 11. Section transversale de la tige à sa partie inférieure; *f*, fibres médullaires; *b*, bois; *l*, liber.

Fig. 12. id. à sa partie moyenne et supérieure.

Fig. 13. Section de l'écorce à ce niveau.

Fig. 14. Deux sections du pédicelle des feuilles fructifères.

PLANCHE XV

Fig. 1. Section d'ensemble de la feuille.
Fig. 2. Section de la feuille ; mésophylle et faisceau de la nervure. Gross. 100.
Fig. 3. Mésophylle lacuneux sous-épidermique vu de face.
Fig. 4, 5. Schéma de la disposition des stomates ; ils se trouvent sur les deux faces du limbe dans les parties ombrées.

Tmesipteris lanceolatum sp. nov.

Fig. 6. Aspect de la plante.
Fig. 7. Section transversale du rhizome. Gross. 100.
Fig. 8. id. de la tige à sa partie supérieure.
Fig. 9. id. à sa partie moyenne ; *f*, fibres médullaires ; *p*, lacunes de l'anneau ligneux.
Fig. 10. Section de la feuille.
Fig. 11. id. à une de ses extrémités ; disposition du mésophylle.
Fi. 12. Un faisceau caulinaire en section longitudinale ; *m*, moelle à cellules fibrifiées ; *s*, vaisseaux scalariformes ; *p*, protoxylème ; *l*, liber.
Fig. 13. Réseau mycélien du rhizome de *T. tannensis*.
Fig. 14. Cellules du rhizome avec granules d'amidon.
Fig. 15. *Cladochytrium Tmesipteridis* sp. nov. Dans le rhizome du *T. Vicillardi* ; *o*, kystes ; *s*. sporanges.
Fig. 16. Structure des pelotes mycéliennes dans les *Tmesipteris*.

NOTE

SUR LES

MYCORHIZES ENDOTROPHIQUES

Par M. P.-A. DANGEARD

Sous ce titre, nous étudierons les champignons que nous avons découverts dans le rhizome des *Tmesipteris :* ils rappellent ceux que l'on trouve dans un certain nombre de plantes et en particulier à l'intérieur des racines chez les Orchidées : ce sont des mycorhizes pour employer le terme créé par Frank (1).

Selon que le champignon reste à l'état de gaîne superficielle, ou habite l'intérieur des tissus, on distingue les mycorhizes en *m. exotrophiques* ou *m. endotrophiques* (2) ; c'est à cette dernière catégorie qu'appartiennent ceux qui habitent le rhizome des *Tmesipteris*.

On connaît de nombreux cas où des champignons envahissent les tissus d'une plante, pour vivre en symbiose, d'une manière plus ou moins étroite : mais, en général, l'association se produit avec la racine. A ce type, appartiennent les mycorhizes qui ont été signalées chez les Orchidées (3), les Cupulifères, les Ericacées (4), les Joncs (5), les *Monotropa* (6), les Bouleaux (7).

(1) Frank. Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernahrung gewisser Baume unterirdischer Pilze (Berichte der deutschen bot. Gesellschft., 1885).

(2) P. Vuillemin. Les mycorhizes et les théories nouvelles de la vie complexe en biologie (Revue générale des Sciences, 15 juin 1890).

(3) Wahrlich. Beitrag zur kenntniss der orchideenwurzelpilze (Bot. Zeitung, 1886).

(4) Frank. *Loc. cit.*

(5) Lagerheim. Hedwigia, 1888.

(6) Kamienski. Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Cherbourg, 1882. — Drude. Die Biologie von Monotropa und Neottia. Gottingen, 1873.

(7) Woronin. Berichte der deutsch. bot. Ges., 1885.

Il est beaucoup plus rare de trouver des champignons habitant l'intérieur des rhizomes ; tel est le cas cependant des *Corallorhiza* des *Epipogum* ; la présence du champignon détermine à la surface du rhizome la production de sortes de poils absorbants qui ont été signalés par Irmisch et Reinke ; on a affaire à des mycorhizomes (Vuillemin).

Chez les *Tmesipteris*, les racines manquent et il ne saurait être question que de mycorhizomes ; le fait n'en est que plus intéressant.

Dans le *Tmesipteris Vieillardi*, les filaments mycéliens qui habitent le rhizome, appartiennent à deux espèces différentes ; 1° une Chytridiacée que nous rapportons au genre *Cladochytrium* sous le nom de *C. Tmesipteridis* sp. nov. ; 2° une autre espèce, probablement un Ascomycète, qui forme de grosses pelotes dans les cellules de l'écorce.

Le *Cladochytrium Tmesipteridis* se distingue à son mycélium de couleur brune, bien développé, toruleux ; les filaments unicellulaires sont nombreux dans les cellules de l'écorce qu'ils traversent en tous sens. On doit remarquer toutefois que les filaments tendent à se pelotonner, mais le tissu qu'ils forment reste lâche, irrégulier (fig. 1, pl. X) : c'est dans ces amas que se trouvent en grand nombre les sporanges et les oospores.

La plupart des sporanges sont vides ; ils sont terminaux ou intercalaires ; leur forme est sphérique (fig. 15, pl. XV) et on ne voit aucun renflement à leur point de jonction avec le mycélium qui les porte ; leur membrane a une couleur brune comme les filaments eux-mêmes ; à l'intérieur de ces sporanges, on trouve encore quelquefois une sorte de gros amas oléagineux (fig. 2, pl. X).

Les oospores sont moins nombreuses ; on les distingue des sporanges à leur double membrane ; une extérieure, forte, colorée, et la seconde entourant directement le protoplasma à quelque distance de la première ; le protoplasma est assez fréquemment bien conservé (fig, 15, o, pl. XV).

Le genre *Cladochytrium* a été créé par Nowakowski (1) pour des parasites habitant l'intérieur des tissus chez les *Acorus Calamus*, *Iris pseudacorus, Glyceria spectabilis (C. tenue)* ou la masse gélatineuse du *Chaetophora elegans (C. elegans) :*

Vuillemin en a décrit une autre espèce sous le nom de *Cladochytrium tuberculorum* (2) : elle habite à l'intérieur des tubercules radicaux des légumineuses. Vuillemin la considérait comme étant la cause des excroissances et il lui attribuait un rôle symbiotique. Nous avions mis en garde contre cette interprétation (3) : les recherches récentes nous ont donné raison : le coupable était une autre espèce.

Peut-être, faudra-t-il rapporter également aux *Cladochytrium* le champignon qui, d'après Bertrand, se rencontre dans le rhizome des *Psilotum* (4).

Le rôle des Chytridiacées en effet est essentiellement destructeur; il nous semble que le *Cladochytrium* ne se comporte pas autrement et qu'il n'y a pas là un mycorhizome dans la véritable acception du mot. On sait d'ailleurs combien il est difficile de dire, dans la plupart des cas, où finit le parasitisme et où commencent les phénomènes de symbiose. Ainsi, pour Frank, les mycorhizes seraient indispensables à la nutrition normale des Cupulifères, alors que pour Hartig, il n'y aurait là qu'un simple parasitisme (5). En ce qui concerne le *Cladochytrium*, je suis persuadé qu'il agit en parasite : je suis confirmé dans cette idée par l'absence d'amidon dans le rhizome et aussi par la façon dont les filaments mycéliens perforent les parois des cellules en tous sens.

Jusqu'ici, la plupart des champignons connus constituant les mycorhizes sont des ascomycètes : ainsi, ce sont des filaments mycéliens d'*Elaphomyces* qui vont produire les mycorhizes des

(1) Nowakowski. Beitrag zur Kenntniss der Chytridiaceen (Beitrage der Biologie der Pflanzen. Band II, Heft I).

(2) Vuillemin. Annales de la science agronomique française et étrangère, Tome I. 1888.

(3) P.-A. Dangeard. Mémoire sur les Chytridinées (*Le Botaniste*, 1re Série) p. 69.

(4) Bertrand. *Loc. cit.*

(5) Hartig. Botanisches Centralblatt 1886; Centralblatt fur Bakteriologie. 1888.

Conifères (1); ceux des Cupulifères proviennent de plusieurs espèces de *Tuber*, ainsi qu'il résulte de nombreux travaux (2).

C'est également à un ascomycète que sont dues, d'après Lecomte (3) les mycorhizes du Coudrier. D'après Noack (4), il y aurait aussi des Basidiomycètes : *Geaster* pour les mycorhizes des Conifères : Agaricinées pour celles du Chêne, du Hètre, etc.

Si la présence du *Cladochytrium* dans l'écorce du rhizome chez le *Tmesipteris Vieillardi* venait à être considérée comme de quelque utilité pour cette dernière plante, — ce dont nous doutons, — il y aurait des mycorhizomes provenant d'un Oomycète.

La question ne pourra guère être tranchée que sur des échantillons vivants : il y avait d'ailleurs en compagnie du *Cladochytrium*, une seconde espèce de champignon, ce qui ne permettait guère de tirer une conclusion de la vigueur des pieds des *Tmesipteris* attaqués.

Cette seconde espèce formait de très grosses pelotes régulières, à tissu dense : elles occupaient les deux tiers au moins des cellules ; c'est surtout dans la partie moyenne de l'écorce qu'elles étaient localisées ; en général, on n'en trouvait aucune dans les deux ou trois premières assises de cellules sous-épidermiques (fig. 10, pl. IX) ; ces pelotes sont formées par un enchevètrement de filaments mycéliens. On les distingue de celles du *Cladochytrium* d'abord à leur tissu plus dense, puis à l'absence de cavité interne apparente dans les filaments, enfin, à leur couleur blanchâtre ou jaunâtre : chez le *Cladochytrium*, le mycélium a une couleur brune.

(1) Boudier. Du parasitisme probable de quelques espèces du genre Elaphomyces. (Bulletin de la Soc. Botanique de France, 1876).
Rees et Fisch. Biblioth. botan. Cassel, 1887.— Fisch. Berichte der deutsche bot. Gesellsch., 1885.

(2) Franck. Leunis Synopsis der Pflanzenkunde.
Gibelli. La malattia del Castagno (Boll. comizio agrario di Modena, 1879. Memorie dell' Acac di Bologna, 1883).
De Ferry de la Bellone. La Truffe, 1888.
P. E. Muller. Bot Centralblalt, 1886.
Mattirolo. Archives italiennes de Biologie.

(3) Lecomte. Bulletin de la Société Botanique de France, 1887.

(4) Noack. Bot. Zeitung, 1889.

Les pelotes mycéliennes formées par ce champignon rappellent beaucoup celles que l'on trouve chez les Orchidées. Wahrlich qui a fait une étude approfondie de ces dernières (1) a pu les rapporter avec certitude au genre *Nectria* dont il a caractérisé deux espèces : le *Nectria Goroshankiniana* et le *Nectria Vandœ*. Il est probable que les pelotes mycéliennes des *Tmesipteris* prendront place tout à côté, lorsqu'on aura pu obtenir les périthèces.

On trouve des pelotes mycéliennes analogues dans les rhizomes du *Tmesipteris elongatum* (fig. 8, pl. XII) et *T. tannensis*. Dans cette dernière espèce, nous avons rencontré en leur compagnie un autre champignon différent des deux précédents.

Voici quels sont ses principaux caractères : son mycélium est excessivement fin et tenu, contrairement à celui des deux autres espèces : il se répand non seulement dans l'épiderme et les cellules de l'écorce, mais encore dans le liber et autour des vaisseaux scalariformes (fig. 10, pl. XIII) ; il se présente sous la forme de réseaux souvent très réguliers (fig. 13, pl. XV) et aussi sous l'aspect de fils étirés, disjoints ou brisés. Lorsqu'il possède la forme d'un réseau, on reconnaît que les mailles en sont occupées par des grains d'amidon ; aussi, la première impression, en faisant agir une solution iodée, est-elle que l'on a affaire à une sorte de grain composé comme dans les *Avena* ; mais on s'assure bien vite qu'il y a là un véritable mycélium ; sa couleur est jaunâtre ; il se colorait par la fuschine dans nos préparations. Ce mycélium ne se répand guère dans le milieu des cellules ; il reste sous la paroi ; on le voit surtout très bien dans les sections longitudinales du rhizome. A la partie supérieure de l'organe, l'amidon a disparu, mais on retrouve encore des traces irrégulières du mycélium : si donc, il affecte dans les cellules la forme d'un réseau, c'est qu'il se moule, pour ainsi dire, sur les grains d'amidon.

Nous avons formulé quelques réserves sur le rôle du *Cladochytrium* dans le rhizome, mais nous sommes disposé à considérer

(1) Wahrlich. *Loc. cit.*

celui des deux dernières espèces comme étant utile à la nutrition des *Tmesipteris ;* l'association nous paraît en tout semblable à celle des autres mycorhizes endotrophiques. On remarquera qu'ici, comme dans les *Corallorhiza* et les *Epipogum*, il y a des poils absorbants à la surface du rhizome ; attribuer leur production à la présence du champignon me semblerait toutefois exagéré. Quant à déterminer la valeur exacte des relations symbiotiques entre ces champignons et les *Tmesipteris*, il ne faut pas y songer : les auteurs ne s'entendent pas lorsqu'il s'agit de plantes faciles à observer et à cultiver, que pourrait-on dire au sujet d'échantillons d'herbier !

A propos des Crampons des Conjuguées

Dans le dernier fascicule du Botaniste, se trouve une note au sujet des crampons des Conjuguées ; je prévoyais que l'observation pouvait avoir été déjà faite.

Grâce à l'amabilité de savants correspondants, des renseignements me sont venus à ce sujet de divers points. Citons seulement quelques travaux récents où ils sont mentionnés, sans parler de ceux de Vaucher, de de Bary, etc.

1° Ripart. Observations sur le *Mougeotia genuflexa*, etc. (Annales sc. nat. Bot. vol. IX, 1868, p. 70, pl. VIII.

2° Migula. Ueber den Einfluss stark verdunnter Saurelosungen auf algenzellen, p. 29. , fig. 6.

3° E. de Wildeman. Observations algologiques (Bull. soc. roy. de Belgique, t. XX IX.

Il y aurait sans doute lieu de distinguer d'ailleurs les rhizoïdes basilaires ou crampons avec la signification que nous leur avons accordée et les rhizoïdes qui se produisent sur le flanc des cellules.

Les préparations du Botaniste (2e Série, 4e et 5e fascicules).

Notre Monographie des *Tmesipteris* est accompagnée des vingt préparations suivantes (Prix, 20 fr.) :

1° *Cladochytrium Tmesipteridis* sp. nov. ;
2° Mycorhizes endotrophiques en forme de pelotes des *Tmesipteris ;*
3° Mycorhizes endotrophiques en forme de réseau ;
4° Section du rhizome de *Tmesipteris Vieillardi ;*
5° Id. de la tige ;
6° Id. de la feuille ;

7° Section du rhizome de *Tmesipteris elongatum* sp. nov. ;
8° Id. de la tige ;
9° Id. de la feuille ;
10° Id. du pédicelle des feuilles fructifères ;
11° Section du rhizome de *Tmesipteris tannensis* Bernhardi ;
12° Id. de la tige ;
13° Id. de la feuille ;
14° Id. du pédicelle des feuilles fructifères ;
15° Section du rhizome de *Tmesipteris truncatum* (truncata) Desvaux ;
16° Section de la tige ;
17° Id. de la feuille ;
18° Id. du pédicelle des feuilles fructifères ;
19° Section de la tige du *Tmesipteris lanceolatum* sp. nov. ;
20° Id. de la feuille.

L'initiative que nous avons prise de joindre à nos travaux les préparations qui nous ont servi à leur rédaction, est une garantie pour le lecteur, qui peut suivre pas à pas le chemin parcouru, qui peut vérifier, contrôler les assertions, les rectifier s'il y a lieu ou leur donner une autre interprétation.

Dans le cas des *Tmesipteris*, les préparations constituent un *Supplément* qui permettra d'arriver rapidement à la détermination des collections du genre qui existent dans les Universités, Facultés, Jardins botaniques.

Il y a un fait qui s'imposera tôt ou tard : à côté des herbiers ordinaires renfermant les divers organes des plantes, devra prendre place un autre herbier contenant des préparations microscopiques de ces organes ; c'est là une conséquence directe de l'importance que prend l'anatomie en classification. On devra pouvoir consulter ces préparations tout comme on feuillette actuellement les pages d'un herbier, en déchiffrant un ouvrage de Botanique systématique, un volume du Prodome, par exemple.

On peut dire, il est vrai, que chaque observateur a le loisir de faire ces préparations lui-même et que point n'est besoin de nouvelles collections dans les musées déjà si chargés.

Cette raison n'a qu'une bien faible valeur : elle pourrait s'expliquer si l'on avait affaire à des fragments de plantes conservés dans l'alcool ; encore, dans ce cas, le temps exigé par ce travail rendrait-il impossible les recherches d'ensemble.

Lorsqu'on a devant soi des échantillons d'herbier, il faut leur faire subir de longues manipulations avant de pouvoir les sectionner : il est donc impossible de faire dans ces conditions autre chose que des monographies de genres et de familles.

C'est en consultant ces monographies, en ayant devant les yeux les plantes décrites ainsi que les préparations de leurs divers organes, que de nouveaux Linné — un seul succomberait à la tâche ! — pourront aborder la classification vraiment naturelle du règne végétal, celle qui tiendra compte de la marche même de l'évolution à la surface du globe.

Une difficulté dans l'établissement de ces collections de préparations microscopiques vient de leur fragilité et de leur conservation problématique.

S'il s'agissait de préparations d'histologie végétale, ou l'on est obligé d'employer des couleurs souvent fugaces pour mettre en évidence la structure de la cellule, il est bien certain en effet que le rôle de ces collections serait fort limité : mais en ce qui concerne les préparations d'anatomie proprement dite, on peut leur assurer dans des milieux tels que la glycérine gélatinée ou le Baume une conservation presque indéfinie, tout au moins égale à celle des plantes conservées en herbier.

MEMOIRE

SUR QUELQUES

MALADIES DES ALGUES & DES ANIMAUX

Phénomènes de parasitisme

Par M. P.-A. DANGEARD

Lorsqu'on étudie un être vivant pendant longtemps et dans diverses conditions, on constate qu'il a de nombreux ennemis, de nature souvent fort différente, qui viennent limiter son développement naturel ; ces ennemis sont eux-mêmes attaqués à leur tour et c'est ainsi chez les organismes supérieurs, comme chez les infiniment petits une lutte générale qui maintient l'équilibre sans doute, mais qui aussi, dans des cas spéciaux, tend à la destruction même des espèces.

L'homme a songé à tirer parti de cet état de choses et à utiliser pour la destruction des espèces qui lui nuisent, l'action de leurs parasites. De tous côtés, on s'engage avec ardeur dans cette voie : aujourd'hui, c'est le ver blanc auquel on inocule un champignon ; on parle déjà d'un traitement analogue pour les sauterelles d'Algérie. Qui sait même si l'on ne trouvera pas quelque jour un Protozoaire quelconque grand amateur et destructeur de microbes? Ces derniers seraient bien privilégiés dans la nature s'ils restaient en dehors des lois générales.

S'il est vrai que cette voie puisse être féconde en résultats, on doit chercher à connaître, à scruter, dans tous leurs détails, les mœurs, les habitudes des Protozoaires et des Protophytes. Notre intention est d'étudier, dans ce mémoire, quelques-uns des faits

de cet ordre rencontrés au cours de nos excursions dans le monde des êtres microscopiques : il est divisé en trois chapitres.

Le premier chapitre traite de parasites qui ont été observés sur des algues marines au Laboratoire maritime de Luc-sur-Mer, où nous avons été accueilli, avec une grande bienveillance, par M. le Dr Joyeux-Laffuie.

Le second chapitre, le plus important, est consacré à l'étude de maladies épidémiques qui se sont développées dans nos cultures d'algues d'eau douce : il y a là des Rhizopodes, des Flagellés, des Champignons, des Bactériacées.

Le troisième chapitre traite de maladies observées sur des animaux.

Ier CHAPITRE

Les êtres étudiés dans ce chapitre ont été rencontrés :

1° Sur **Ulva lactuca**

Lorsqu'on cherche à conserver cette algue dans des cuvettes, pendant un certain temps, on s'aperçoit qu'elle perd par endroits sa couleur verte ; des fragments incolores s'en détachent ; cette action est due à des parasites : celui qui se développe le premier a reçu tout récemment le nom d'*Aphelidium lacerans* (1) ; un autre qui se montre sur les débris, est une espèce nouvelle très remarquable par ses transformations : c'est elle que nous allons d'abord décrire.

Ciliophrys marina sp. nov.

(Pl. XVI, fig. 1-21)

Le genre *Ciliophrys* a été créé par Cienkowski pour une espèce vivant dans l'eau douce (2) ; elle se développe tout aussi bien sous

(1) C. de Bruyne. Monadines et Chytridiacées parasites des algues du golfe de Naples (Archives de Biologie, tome X, 1890).

(2) Cienkowski. Ueber einige Rhizopoden und verwandte organismen (Archiv. f. mikr. Anat., XII).

la forme Rhizopode que sous la forme normale et c'est là le caractère important du genre.

L'espèce qui vit dans l'eau de mer, sur les débris de l'Ulve et aussi de plusieurs autres algues, partage étroitement les caractéres du *Ciliophrys infusionum ;* ses transformations sont véritablement surprenantes.

Sous la forme Rhizopode, c'est une petite sphère de protoplasma, ayant un diamètre de 10 μ en moyenne : ce protoplasma n'est pas recouvert d'une membrane : il donne naissance par toute sa surface à de trés nombreux pseudopodes *longs et tenus* (fig. 1-2) : il est, selon les individus, tantôt à peu près complètement hyalin, tantôt chargé de sortes de globules graisseux comme chez les Acinétiens (fig. 2); ces différences tiennent uniquement à la nutrition. Au centre du corps, se trouve un noyau (fig. 1); il n'est visible qu'à l'aide des réactifs; c'est du moins ce qui avait lieu dans nos cultures; ce noyau est nucléolé. Je n'ai point réussi à voir de vacuole à contraction brusque : mais, par contre, il est facile de constater, surtout au stade monade, l'existence de vacuoles ordinaires.

Souvent le *Ciliophrys* n'a aucune nourriture ingérée : d'autres fois, on distingue un granule de chlorophylle dans une vacuole (fig. 3).

La division se produit fréquemment pendant la vie active par simple étirement (fig. 6) : souvent aussi, à ce moment, une vacuole grandit démesurément et paraît servir à la rupture définitive de la mince travée qui réunit les deux parties (fig. 4-5, *v*).

La multiplication à ce stade rhizopode s'opère encore d'une manière différente : le *Ciliophrys* s'arrète, rentre ses pseudopodes, se secrète une mince membrane et reste ainsi quelque temps à l'état de repos; puis, en deux points opposés, deux individus, encore réunis à l'intérieur de l'enveloppe, se montrent à l'extérieur avec leurs pseudopodes (fig. 7); ils se dégagent bientôt tout à fait (fig. 8) et alors, ou ils se dispersent isolément ou ils se réunissent momentanément en un seul individu (fig. 9); la séparation définitive a lieu plus tard; cela rappelle beaucoup

ce qui a lieu dans le sporange des Vampyrelles. L'enveloppe abandonnée est mince, incolore, sans structure ; on ne distingue aucun résidu d'aliments, le rejet de ces derniers ayant lieu avant la formation du sporange.

Souvent plusieurs individus se touchent par leurs pseudopodes (fig. 10), se rapprochent au contact, se fusionnent ; ce sont toutefois des réunions passagères dans lesquelles les noyaux restent distincts et qui n'ont sans doute aucun caractère de sexualité ; on observe de semblables associations chez beaucoup de Rhizopodes. Il faut remarquer toutefois, qu'à cet état, le *Ciliophrys* ou plutôt la colonie ainsi formée peut retirer ses pseudopodes et s'entourer d'une membrane pour former un sporange ; on y distingue encore une sorte de limite entre les individus (fig. 21).

Rien n'est plus curieux que d'assister à la transformation en monade de ce Rhizopode ; elle se produit si brusquement que l'observateur reste tout étonné d'une pareille métamorphose : en un point, qui sera la partie antérieure de la monade, pousse rapidement un long flagellum (fig. 11) ; les pseudopodes se raccourcissent en s'épaississant (fig. 12, 13, 18), et, en même temps que le contour du corps se nivelle, souvent même avant, la monade part d'un mouvement assez vif et le flagellum dirigé en avant (fig. 12, 14) ; la forme normale du *Ciliophrys* à ce moment est ovalaire (fig. 15, 16).

Sous sa forme monade, cette espèce est susceptible de se nourrir, de se diviser, de s'associer, tout comme au stade rhizopode ; ainsi, on trouve des individus avec une vacuole renfermant des aliments (fig. 16) ; d'autres sont réunis par deux (fig. 17) et voyagent ainsi accouplés ; quelques-uns sont en division longitudinale (fig. 19) ; enfin, il est possible de les voir s'arrêter, s'arrondir et s'entourer d'une membrane (fig. 20).

La structure d'ailleurs n'a pas varié : le protoplasma est hyalin ou granuleux ; les vacuoles ne semblent pas avoir une position fixe (fig. 13-14) ; enfin, vers le centre, se trouve le noyau nucléolé (fig. 18).

Voilà certes un être des plus remarquables ; je l'ai étudié

dans un mémoire où il est surtout question de parasitisme parce que je ne voulais pas retarder la publication de ses caractères ; car en réalité, le *Ciliophrys marina* peut être considéré comme saprophyte.

Le genre *Ciliophrys* doit donc maintenant comprendre deux espèces : l'une habitant les eaux douces, l'autre se trouvant dans l'eau de mer. Il y a bien encore une autre espèce, décrite par Pénard (1) sous le nom de *Ciliophrys cœrulea;* mais, en réalité, il suffit de consulter la description et les figures données par l'auteur pour voir que l'organisme en question n'est nullement un *Ciliophrys ;* c'est plutôt, je pense, une espèce du genre *Nuclearia ;* le mode d'enkystement et la sortie du Rhizopode semblent même apporter une certitude à cet égard ; sans doute est-ce la *Nuclearia simplex* dont la couleur a été modifiée par l'ingestion des aliments.

Butschli place le genre *Ciliophrys* dans les *Monadina* famille des *Rhizomastigina* (2) : il est bien évident que l'on pourrait tout aussi bien le classer parmi les Rhizopodes, au voisinage des Vampyrelles : c'est un trait d'union entre les deux groupes, si parfait que l'on ne pourrait en supposer un meilleur. Cienkowski (3) rapprochait le *Ciliophrys* de *Actinophrys sol.*

Si le *Ciliophrys marina* est saprophyte, il n'en est plus de même de l'espèce suivante.

Aphelidium lacerans De Bruyne (4).

(Pl. XVI, fig. 22-23)

Cette espèce pénètre à l'intérieur des cellules de l'Ulve : elle se présente sous la forme d'un flagellé à un cil (fig. 23, *i*) ; le protoplasma est hyalin avec quelques granulations réfringentes : il existe un noyau nucléolé (fig. 23, *i*) et une vacuole contractile, à

(1) Pénard. Etude sur quelques Héliozoaires d'eau douce. IIe partie (Archives de Biologie, tome IX, 1889).

(2) Butschli. Protozoa. p. 811.

(3) *Loc. cit.* p. 29-31.

(4) C. de Bruyne. *Loc cit.*

la base du cil. Le corps est très plastique : il se déforme, se contourne avec la plus grande facilité (fig. 23, *o*) et il lui suffit pour passer d'une cellule dans une autre d'une ouverture très petite (fig. 23, *e*).

Dans les cellules de l'Ulve, on distingue encore, comme à l'état de liberté, les flagellums sur un grand nombre d'individus ; d'autres ont perdu leur flagellum : sous l'un et l'autre état, ils englobent, par toute leur surface, le protoplasma de l'algue avec la chlorophylle : ils se gorgent ainsi de nourriture en devenant verts (fig. 22, *s*, *c*); la digestion terminée, les résidus, de couleur rougeâtre, sont expulsés tout autour du corps (fig. 22, *a*, *d*).

La même cellule d'Ulve peut renfermer plusieurs individus (fig. 22, *c*).

D'après de Bruyne, le parasite peut remplir complètement la cellule pour se diviser ensuite en huit parties, sans formation de membrane : chacune de ces parties acquiert plus tard un flagellum. Je n'ai pu éclaircir ce point : aussi la place de ce parasite dans le genre *Aphelidium* créé par Zopf (1), ne m'a pas parue établie d'une manière définitive. J'ai bien vu les cellules d'Ulves remplies complètement par un protoplasma très réfringent avec des contours sombres (fig. 24) : le centre était, dans quelques cas, occupé par une vacuole, ou par une cavité vacuolaire sans contour bien défini : malheureusement, il ne m'a pas été possible jusqu'ici ni d'observer la germination de ces formations, ni d'établir leurs relations avec l'*Aphelidium*.

2º Sur **Cladophora marin**

Les Chytridiacées marines connues actuellement sont rares : aussi dois-je signaler une épidémie causée par une espèce de cette famille sur un *Cladophora* recueilli à Courseulles, dans les parcs aux huîtres.

(1) Zopf. Die Pilzthiere oder Schleimpilze (Handbuch der Botanick v. Dr Schenk, p. 127).

Olpidium aggregatum sp. nov.

(Pl. XVI, fig. 25-26)

Le parasite appartient au genre *Olpidium* et le développement ressemble complètement à celui des autres espèces du genre : sur la figure 25, on voit, sur l'un des sporanges, les zoospores prêtes de sortir.

A la vérité, toutes les espèces d'*Olpidium* se ressemblent étroitement ; aussi ne distingue-t-on guère les espèces que d'après l'habitat (1). Il est cependant bien probable que quelques-unes au moins peuvent se développer sur des hôtes différents. Quoiqu'il en soit, nous avons désigné sous le nom d'*Olpidium aggregatum* la Chytridinée parasite des *Cladophora* marins, à cause de la propriété qu'ont les sporanges de se trouver réunis par groupes (fig. 25-26) ; on pourra la rapprocher de l'*Olpidium Bryopsidis* décrit tout récemment par de Bruyne dans les tubes de *Bryopsis plumosa* (2) ; mais dans la description de son espèce, de Bruyne paraît croire à la pénétration d'aliments solides dans le protoplasma. Voici ce qu'il dit de la nutrition : « J'ignore comment se fait la nutrition : toutefois, elle se fait certainement aux dépens du contenu de l'algue qui y pénètre, par osmose probablement, après une digestion à la surface. *Il ne m'est pas arrivé souvent, en effet, de voir des fragments de chlorophylle à l'intérieur de la zoospore ou de la cellule* (3).

Si l'auteur avait pu consulter nos travaux sur les Chytridinées, il aurait vu que, chez les *Olpidium*, la nutrition se fait exclusivement par la surface et que jamais aucun aliment chlorophyllien ne pénètre à l'intérieur de la cellule.

(1) Consulter : P. A. Dangeard. Mémoire sur les Chytridinées. (Le Botaniste, 1re Série, p. 51-52).

(2) C. de Bruyne. *Loc. cit.*, p. 85.

(3) C. de Bruyne. *Loc. cit.*, p. 88.

IIe CHAPITRE

Nous avons, dans ce chapitre, une ample moisson de faits à exposer sur les maladies épidémiques des algues d'eau douce, et sur les divers organismes qui s'opposent à la multiplication exagérée de ces algues.

1o Sur **Palmella**

Il s'agit ici probablement des cellules d'un *Palmella* que nous n'avons pu d'ailleurs déterminer autrement : l'algue était formée par de petites cellules d'un diamètre de 7 μ qui couvraient la paroi intérieure d'un flacon rempli d'eau : ces cellules avaient une grande analogie avec celles du *Palmella hyalina* de Brébisson enkystées ; mais elles étaient plus grosses et de couleur verte.

L'épidémie, qui se répandit rapidement dans la culture, s'annonce par le changement de couleur de la mince croûte formée par l'algue ; il s'y produit ça et là des taches ayant une teinte rougeâtre. En examinant les cellules, on voit que la plupart renferment à leur intérieur une petite masse étrangère de protoplasma : c'est le parasite qu'il nous a été impossible de ranger dans un genre connu et pour lequel nous proposons le nom de

Endomonadina concentrica nov. gen. nov. sp.

(Pl. XVI, fig. 27-28)

Cette monadine s'incorpore par toute sa surface la substance de l'algue avec la chlorophylle ; elle la digère et les résidus se réunissent en une petite pelotte rougeâtre qui est expulsée au dehors du parasite, dans la cellule ; celui-ci s'arrondit, son protoplasma devient dense, finement granuleux (fig. 27, *o*, *s*) ; il secrète autour de lui une substance gélatineuse qui montre des stries concentriques. Si l'on réfléchit que le diamètre de la cellule ne dépasse guère 7 μ et que la monadine est renfermée à l'intérieur de cette dernière, sous une couche gélatineuse, on

s'expliquera que les observations histologiques soient difficiles ; nous n'avons vu les noyaux qu'à un stade, celui qui est représenté dans la fig. 28, *a*. On y voit, en allant de l'extérieur vers l'intérieur, la membrane de l'algue ; sous cette membrane, en un point, les résidus de la digestion ; puis les stries concentriques entourant directement le protoplasma du parasite ; dans ce protoplasma, cinq noyaux étaient nettement délimités et colorés par l'hématoxyline.

Le développement ultérieur du parasite se fait de la manière suivante ; il y a formation de zoospores ; le protoplasma, qui est devenu très réfringent et hyalin, se fractionne en une dizaine de corpuscules (fig. 28, *e*) qui s'agitent lentement, arrivent à se frayer un passage au dehors en passant au travers de la membrane de la cellule : elles ont alors des mouvements plus ou moins amiboïdes et c'est souvent en s'étirant qu'elles parviennent à se frayer un chemin à l'extérieur (fig. 28, *i*) ; arrivées là, leur mouvement devient plus vif. Nous avons bien distingué à ce moment un flagellum, mais nous ignorons s'il est unique.

La taille du sporange varie entre 3 et 5 μ ; celle des zoospores ne dépasse guère 1 μ. Si l'on n'avait pas dans le mode de nutrition un guide sûr, pour la distinction des animaux et des végétaux, on serait bien embarrassé pour classer cet être si minuscule : on ne songerait même pas — et c'est ce qui a eu lieu déjà — à séparer les Monadines avec zoospores des champignons inférieurs.

Le nouveau genre *Endomonadina* peut être ainsi caractérisé :

Monadine vivant à l'intérieur des cellules ; protoplasma s'incorporant le contenu de la cellule ; résidus de la digestion expulsés au dehors avant la formation du sporange. Sporange entouré de mucus à stries concentriques ; il est sphérique ou elliptique ayant une taille de 3 à 4 μ, et forme une dizaine de zoospores.

Caractères distinctifs : Se place dans les Monadinées zoosporées dont il est un des représentants les plus petits, près du genre *Endomonas* Zopf (1) ; le seul représentant de ce dernier genre

(1) Zopf. Untersuchungen über Parasiten aus der Gruppe der Monadinen, p. 32-34.

habite les spores du *Cylindrospermum macrospermum* Kutz. ; sa largeur est de 10 à 12 μ, sa longueur de 15 à 20 μ ; il se présente sous la forme de *spores durables* (Dauersporen) qui germent, en donnant de 9 à 15 zoospores.

2° Sur **Algue indéterminée**

L'algue en question ne comprenait que des fragments incomplets (fig. 29, 30, 31), des sortes de tubes avec extrémité amincie; je ne crois guère me tromper toutefois en la considérant comme une Conjuguée.

Le parasite rencontré à l'intérieur des cellules devra prendre place dans le genre *Minutularia ;* on peut le distinguer sous le nom de

Minutularia elliptica nov. sp.

(Pl. XVI, fig. 29-31)

Il est utile de rappeler dans quelles conditions nous avons créé le genre *Minutularia.* C'était en 1886 ; rompant avec les idées reçues et enseignées un peu partout, nous montrions, dans notre thèse (1) comment on devait comprendre à la limite la distinction des animaux et des végétaux, comment cette distinction découlait du mode de nutrition.

Précisant notre pensée, dès l'Introduction, par un exemple, nous prenions le travail récent très remarquable d'ailleurs de Nowakowski « Beitrag zur kenntniss der Chytridiaceen » et nous montrions comment l'auteur, faute d'avoir négligé l'importance du mode de nutrition, avait placé sous le nom de *Chytridium destruens*, parmi les plantes, un organisme qui en réalité était une Monadinée zoosporée, c'est-à-dire un animal.

En conséquence, nous proposions pour le *Chytridium destruens* le nom de *Minutularia destruens :* cette espèce habite à l'intérieur des cellules du *Chaetonema irregulare* Nowakowski ; son sporange a un diamètre de 15 μ et les zoospores ont 2 μ.

(1) P.-A. Dangeard. Recherches sur les organismes inférieurs (Annales des sc. natur., 7e série, Bot., tome IV.

La seconde espèce du genre que nous étudions ici, est plus minuscule encore ; le sporange ne dépasse guère 10 μ et les zoospores ont un diamètre de 1 μ.

Les filaments de l'algue renferment un ou plusieurs parasites ; on les distingue, dans les cellules, sous la forme de petites masses elliptiques (fig. 29-30) ; à leur intérieur, se trouvent des granulations vertes provenant de l'algue (fig. 30, *s*, *s'*, *s''*) ; ces granulations sont digérées et les résidus rougeâtres se réunissent au centre de la masse (fig. 29, *s*) ; en même temps le protoplasma s'éclaircit, devient homogène, dense ; il se sépare bientôt en nombreuses zoospores sphériques qui sortent au travers de la membrane du sporange et se répandent dans la cellule de l'algue (fig. 31). Il ne reste plus, dans le sporange, que le petit amas de résidus (fig. 31, *s*).

Les zoospores ont une grande activité ; grâce à des conditions particulièrement favorables, nous avons pu constater qu'elles ne possèdent qu'un long cil assez raide (fig. 31, *o*) ; dans un cas, elles sont restées plusieurs heures allant et venant entre le sporange et l'extrémité de la cellule sans réussir à sortir dans l'eau ambiante.

En résumé, le genre *Minutularia* comprend maintenant deux espèces :

1° *Minutularia destruens* Dangeard. — *Chytridium destruens Nowakowski*. Espèce parasite à l'intérieur des cellules du *Chaetonema irregulare*, qu'elle finit par obstruer complètement, nutrition endogène ; sporange 15 μ ; zoospores à un cil 2 μ ; produit une déformation de la cellule de l'algue.

2° *Minutularia elliptica* sp. nov. Espèce parasite d'une algue indéterminée, probablement une conjuguée ; un ou plusieurs sporanges dans chaque cellule ; nutrition endogène ; sporange 10 μ ; zoospores à un cil 1 μ.

Ne produit aucune déformation de la cellule de l'algue.

La place du genre *Minutularia* se trouve dans les Monadinées zoosporées, à côté du genre précédent *Endomonadina* ; ce dernier genre est d'ailleurs bien distinct en ce que les résidus sont expulsés hors du protoplasma avant la formation des zoospores ;

il y a aussi comme différences de valeur moindre la plasticité des zoospores et la présence d'une couche gélatineuse à stries concentriques autour du sporange.

3° Sur **Draparnaldia glomerata**

Cette algue avait été rapportée des fossés qui bordent le canal de Caen à la mer et conservée pour l'étude : il s'est développé abondamment sur les rameaux un parasite du genre *Chytridium* que je rapporte au

Chytridium mamillatum Braun

(Pl. XVI, fig. 32)

Cette espèce a été signalée par Braun, en Allemagne, sur *Stigeoclonium* et *Coleochaetae pulvinata* (1). E. de Wildeman l'a retrouvée en Belgique sur *Stigeoclonium* et *Conferva bombycina* (2).

Les caractères généraux de l'espèce que nous avons rencontrée sur le *Draparnaldia*, correspondant assez bien à la description de Braun, nous avons identifié les deux espèces ; mais, comme le fait remarquer justement E. de Wildeman, on trouve deux variations dans l'espèce de Braun : l'une d'elles est constituée par une cellule arrondie munie d'un mamelon à son sommet ; l'autre est piriforme, la queue de la poire étant le support ; c'est de la première forme que se rapproche notre espèce.

Nous avons pu d'ailleurs en suivre le développement resté inconnu jusqu'ici.

Dans la cellule de *Draparnaldia*, on distingue un noyau central et deux pyrénoïdes, souvent davantage : dans les cellules qui supportent le *Chytridium*, tout cela est profondément altéré et finit même par disparaître plus ou moins complètement : c'est un fin mycélium qui, partant de la base du sporange, ravage ainsi le contenu de l'algue (fig. 32).

(1) Braun. Ueber Chytridium (Monatsbericht d. kœnig. Preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1855-1856).

(2) E. de Wildeman. Chytridiacées de Belgique. (Annales de la Société belge de Microscopie ; mémoires, t. XIV, 1890).

Les jeunes sporanges sont sphériques ; un peu plus tard, ils présentent un petit mamelon terminal : c'est par là que sortent les zoospores.

Je n'insisterai pas davantage sur le développement : les divers stades étant représentés dans la fig. 32.

Le parasite ne se montre que rarement sur l'axe qui supporte les rameaux ; par contre, dans nos cultures, ces derniers étaient couverts de sporanges.

Il est bon de remarquer, en effet, que, tandis que certaines espèces de Chytridiacées ne se montrent qu'à l'état sporadique, il s'agissait ici d'une véritable épidémie, tendant à la destruction complète de la culture ; la même espèce peut d'ailleurs se comporter des deux manières différentes. Ici, comme dans la plupart des maladies infectieuses, ce n'est pas le germe qui manque, mais c'est la réceptivité qui varie.

4° Sur **Conferva bombycina**

Cette algue nourrit plusieurs Chytridiacées : *Olpidiopsis Sorokinei* de Wildeman, *Chytridium lagenula* Braun, etc. L'espèce que nous allons caractériser, est bien un *Chytridium*, mais on ne saurait la confondre avec le *C. lagenula ;* elle a plus de rapport avec l'espèce précédente, sans qu'on puisse, je pense, les confondre.

Chytridium assymetricum, sp. nov.

(Pl. XVII, fig. 1)

Les conferves attaquées par ce parasite avaient été rapportées de la Sarthe : la variété *minor* se trouvait mélangée au type (1).

Les jeunes sporanges sont sphériques (fig. 1, *e*) ; ils atteignent peu à peu une grande dimension (fig. 1, *s*) ; leur sommet proémine en un petit mamelon et à ce moment, le sporange est manifestement assymétrique d'où le nom donné à l'espèce.

(1) Consulter : Lagerheim. Studien über die Gattungen Conferva und Microspora (Flora, Heft 3, 1889).

De la base des sporanges part un système radiculaire très fin (fig. 1) ; en *a* les zoospores sont formées, en *i*, le sporange est vide et quelques zoospores sont encore attardées à côté.

Les cellules attaquées de l'algue sont plus ou moins vides de leur contenu et en général, elles sont plus longues que les autres, n'ayant pu se diviser normalement.

5° Sur **Zygnema**

Les *Zygnema* donnent asile au *Rhizidium Schenkii* Dangeard et les *Mougeotia* algues très voisines au *Rhizidium sphaerocarpum* Zopf (1) ; c'est à cette dernière espèce que je rapporte les sporanges rencontrés sur des filaments de *Zygnema*.

Chytridium sphaerocarpum (*Rhizidium* Zopf)

(Pl. XVI, fig. 9)

Nous plaçons cette espèce dans le genre *Chytridium* pour la raison bien simple qu'elle ne possède pas de cellule nourricière comme les espèces du genre *Rhizidium*.

Les sporanges sont munis d'une sorte de petit couvercle qui se détache pour la sortie des zoospores (fig. 9) ; comme Zopf, je n'ai vu partir de la base du sporange qu'un filament unique, droit. E. de Wildeman (2), sans être affirmatif, pense qu'il est ramifié : voici d'ailleurs ce qu'il en dit : « J'ai vu chez certaines de ces Chytridiacées un filament radiculaire unique qui, arrivé à une certaine distance dans le protoplasma, paraissait présenter un chevelu. »

6° Sur **Zygogonium**

Les espèces de ce genre sont souvent déformées par un parasite que nous avons fait connaître, il y a quelque temps déjà

(1) Zopf. Zur kenntniss Phycomyceten Morph. und Biol. der Chytridiaceen und Ancylisteen (Nova Acta L. Carol., BdXLVII).

(2) E. de Wildeman. *Loc. cit.*, p. 9.

sous le nom de *Micromyces Zygogonii* (1) ; l'ayant récolté encore cette année, nous avons pu faire quelques observations nouvelles.

Micromyces Zygogonii. Dangeard

(Pl. XVII, fig. 2-8)

Ces observations ont trait d'une part à la formation du sporange composé, de l'autre à la structure histologique de ce champignon.

Le protoplasma une fois sorti de son enveloppe épineuse (fig. 8) grossit, s'entoure d'une membrane et plus tard des lignes de granules disposés radialement annoncent la formation de cloisons ; j'ai dit, en donnant la description de cette espèce, que le nombre des sporanges ainsi formés était de quatre normalement. Or, cette année, dans des cultures qui étaient très vigoureuses, le nombre des sporanges était plus élevé ; il y en avait jusqu'à six ou sept ; de plus, ils prenaient une disposition irrégulière en général (fig. 5, *s* ; fig. 2, *s*, *s*' ; fig. 3, *s*'').

Nous avons assisté souvent à la sortie des zoospores ; leur nombre est très considérable : il n'est pas inférieur, dans quelques cas, à un millier (fig. 2, *s*') : on voit par là quelle redoutable puissance de multiplication possède cette espèce...

L'examen histologique a été fait après fixation à l'alcool absolu et coloration à l'hématoxyline. Tant que le protoplasma reste à l'intérieur de la cellule épineuse, il ne montre qu'un petit noyau avec un nucléole : ce noyau est placé vers le centre de la cellule, ou plus rarement vers la surface.

Lorsque le protoplasma est sorti à l'extérieur, le noyau se divise activement et bientôt on aperçoit six ou huit taches sombres très dictinctes : à ce moment, il ne nous était déjà plus possible de reconnaître les nucléoles dans ces noyaux (fig. 8) ; le nombre des taches augmente rapidement et leur taille diminue ; lorsque la séparation des sporanges se produit, les petites taches sombres sont disposées très régulièrement (fig. 2). On les voit même plus

(1) P.-A. Dangeard. Mémoire sur les Chytridinées (Le Botaniste, 1re série).

nettement lors de la formation des zoospores sous l'aspect d'un petit granule de chromatine.

Ces faits rappellent beaucoup ceux que nous avons signalés chez le *Synchytrium Taraxaci* (1); mais ils sont moins faciles à observer, car les noyaux sont beaucoup plus petits; toutefois ils sont de nature à appuyer l'idée que la place du genre *Micromyces* se trouve dans les Synchytriées.

7° Sur diverses algues : Oscillaires, Nitelles.

Dans les cultures d'Oscillaires et de Nitelles que nous avons entretenues plusieurs années au Laboratoire de Botanique de la Faculté de Caen, il s'est montré, à diverses reprises, un plasmode très transparent. On ne saurait, croyons-nous, le rapporter à un Myxomycète et sa place semble indiquée dans la famille désignée par Butschli sous le nom de *Amoebaea reticulosa* (2).

Cette famille comprend les genres *Gymnophrys* Cienk. *Boderia* Wrigt, *Protomyxa* Haeckel, *Myxodyctium* Haeckel, *Protogenes* Haeckel : les espèces sont marines, sauf le *Gymnophrys* que l'on peut rencontrer dans les eaux douces. L'organisme qui va être décrit ici, ne peut rentrer dans aucun de ces genres : il aurait plutôt quelque chose (fig. 10) de l'aspect du *Bathybius* dont l'existence a donné lieu à tant de controverses (3). On ne saurait cependant en faire une espèce de ce genre pour la bonne raison que l'existence du fameux plasmode marin est restée douteuse : une autre raison consiste en le fait que le plasmode, rencontré par nous dans l'eau douce, au milieu des algues, ne forme point un dépôt abondant : nous le désignerons sous le nom de

Gymnophrydium hyalinum, nov. gen. nov. sp.

(Pl. XVII, fig. 10-12)

Il est difficile de se faire une idée de la minceur et de la trans-

(1) P. A. Dangeard. Recherches histologiques sur les Champignons. (Le Botaniste, 2e Série.)

(2) Butschli. Protozoa, p. 178.

(3) Consulter : Haeckel. Le règne des Protistes, traduction Jules Soury, 1879.

parence de la couche de protoplasma constituant cet organisme: la fig. 10 en représente un simple fragment, un dixième environ: cette nappe liquide, à très large surface, comme on le voit, glisse assez rapidement entre les algues, changeant continuellement sa forme, modifiant ses mailles, se rassemblant momentanément en certains points pour s'étendre à nouveau l'instant d'après: à la périphérie, se montrent de longs pseudopodes pectinés qui disparaissent ensuite pour se former en un autre point.

Dans le protoplasma transparent, existent de nombreuses petites vacuoles (fig. 10, *v*): on ne peut guère en marquer une longtemps en particulier à cause du peu de fixité de la nappe liquide; aussi, n'est-il pas possible actuellement de dire si ces vacuoles sont à contraction brusque.

On distingue çà et là des noyaux nucléolés (fig. 10, *n*) qui s'accusent par la réfringence de leurs nucléoles.

Il me semble difficile de voir là un plasmode de Myxomycète. En essayant de le cultiver en cellule humide, j'ai obtenu des kystes de la forme représentée fig. 11-12 et contenant un protoplasma incolore, homogène ou très finement granuleux: on trouve aussi d'ailleurs dans la nappe liquide de fines granulations dispersées.

On conçoit qu'il est impossible de suivre longtemps au milieu d'oscillaires, une nappe liquide de cette nature: aussi pourrait-on être quelque peu sceptique lorsque nous attribuons à cette espèce les kystes de la figure 11 et 12. Voici exactement ce qui s'est passé: parmi les oscillaires, se trouvaient plusieurs tubes de nitelle vides de leur contenu; plusieurs des réseaux de protoplasma s'y montrèrent à diverses reprises un jour d'observation, et le lendemain matin, je retrouvai dans ces tubes de nitelle six ou sept de ces kystes. Etant habitué à voir des kystes d'infusoires, de flagellés et de rhizopodes, je ne crois pas qu'aucun des êtres qui se trouvaient dans la préparation, autres que le *Gymnophrydium hyalinum* ait pu produire ces kystes.

Zopf a signalé sous le nom d'*Endyonema polymorpha* un singulier organisme qui vit également dans les cultures d'oscil-

laires (1) ; j'avais pensé un instant à quelque relation de parenté avec celui que j'avais rencontré moi-même.

Zopf annonçait une étude complémentaire de l'*Endyonema* : il ne l'a pas donnée, que je sache. Or, le peu que l'on connaît cependant de ce dernier genre, permet de le séparer nettement de celui que nous venons d'étudier.

Cet organisme rappelle tout à fait celui qui a été décrit par Cienkowski (2) sous le simple titre « *ein suswasser plasmodium.* »

Comme on sait que le plasmode de *Didymium Libertianum* peut se rencontrer spontanément dans l'eau, on a pu croire que les plasmodes réticulés pouvaient être rapprochés des Myxomycètes.

Celui qui a été observé par Cienkowski et celui qui vient d'être décrit, me paraissent pouvoir être réunis dans le même genre *Gymnophrydium* ; on pourra désigner celui qui a été décrit par Cienkowski sous le nom de *G. Cienkowskii* ; le plasmode est moins développé que celui du *G. hyalinum ;* les kystes, produits de la même manière, sont entourés d'une seconde membrane ou velum et l'espèce habite dans les cultures de *Tetraspora ;* d'après la description de Cienkowski, les mouvements de cette espèce sont beaucoup plus lents que ceux du *G. hyalinum.*

8° Sur **Eugléncs**

Les diverses espèces d'Eugléncs constituent un milieu des plus favorables à l'observation des parasites : parmi ceux que nous avons rencontrés, citons : *Polyphagus Euglenæ* Nowakowski, *Rhizidium Euglenæ* Dang., *Sphærita endogena* Dang., *Vampyrella Euglenæ* Dang. Nous allons maintenant en étudier trois autres.

Nuclearia minima sp. nov.

(Pl. XVIII, fig. 1-10)

Ce parasite pourrait être confondu avec le *Sphærita endogena*

(1) Zopf. Die Pilzthiere oder Schleimpilze, loc. cit., p. 111.
(2) Cienkowski. *Loc. cit.*, p. 21-24.

les deux espèces se développent à l'intérieur des Eugléncs, sous la forme de petites sphères de protoplasma; mais, dans le *Sphærita*, la nutrition est végétale, la digestion s'opère superficiellement, le protoplasma reste incolore, tandis que dans *Nuclearia minima*, les aliments passent dans le corps du parasite qui se trouve ainsi souvent coloré plus ou moins en vert.

Le premier symptôme qui dénote la présence du parasite à l'intérieur de l'Eugléne, est une sorte de tension intérieure qui tend à arrondir la cellule; la chlorophylle se localise sur des sphérules de protoplasma (fig. 1, 3, 6) qui prennent peu à peu une teinte jaunâtre. J'ai été bien longtemps sans connaître la signification de ces faits; c'est tout récemment que j'ai fini par apercevoir, au milieu des sphérules, le parasite sous forme d'une petite masse de protoplasma (fig. 1, 3, 6); la surface en paraît lisse; mais, si par suite de la tension intérieure, l'Eugléne vient à éclater, le parasite se trouve dégagé des sphérules vertes et l'on distingue parfaitement trois ou quatre pseudopodes très longs et très minces (fig.7-8) à l'aide desquels il progresse. Cette disposition des pseudopodes est un peu différente de celle que l'on trouve chez les *Nuclearia*: mais je n'ai pas cru qu'il y ait lieu, au moins pour le moment, de créer un nouveau genre.

La digestion des aliments étant effectuée, les résidus sont rejetés tout autour du corps (fig. 2, 4): celui-ci se secrète une mince enveloppe et il reste ainsi à l'état de repos. Au centre, se trouve un noyau nucléolé (fig. 8); je n'ai pas réussi à suivre le développement ultérieur.

La même cellule d'Eugléne peut renfermer plusieurs parasites, assez souvent deux (fig. 2, 9), et alors, leur forme n'est pas toujours sphérique.

Nuclearia delicatula Cienk.

(Pl. XVIII. fig. 11-16)

Cette espèce est un ennemi des plus redoutables pour l'Eugléne qu'elle englobe et digère ensuite rapidement.

Cienkowski nous a fait connaître sa structure (1). La fig. 12 représente un individu sur le point d'éclater, par suite des mauvaises conditions de la culture ; on y voit de nombreux noyaux *n* à nucléole réfringent, des vacuoles *v* qui, à l'état normal, paraissent et disparaissent lentement, des résidus jaunâtres de la digestion *r*.

Lorsque les individus sont gorgés de nourriture et renferment par exemple une ou plusieurs Eugléncs, les vacuoles ne sont plus visibles en général, comme si elles s'étaient fondues pour contenir les aliments ingérés : au début de la digestion, le protoplasma s'applique exactement sur l'aliment ; plus tard, il peut en être séparé par un intervalle assez large rempli de suc cellulaire ; cela est surtout visible lorsqu'il s'agit d'une Diatomée, car le contenu des Euglènes arrive à se disperser dans le protoplasma.

Le protoplasma de *Nuclearia delicatula* renferme parfois des granules de paramylon. Zopf en a attribué aux Vampyrelles (2) ; dans le cas des *Nuclearia*, il s'agit certainement du paramylon provenant des Eugléncs.

Les noyaux ne paraissent jouer aucun rôle pendant la division : j'ai vu, dans le pont qui réunissait encore les deux parties, trois noyaux *n* avec leur structure normale (fig. 11) : arrivé à une certaine longueur, le pont s'est brisé au contact de l'un des individus, s'est raccourci en grossissant et est rentré dans le corps du second individu avec les trois noyaux (fig. 11).

J'ai été témoin, à propos de cette espèce d'un fait intéressant : ayant rencontré un gros plasmode (fig. 14), ayant les allures du *Pelomyxa palustris* (3), je l'observai pendant quelque temps ; brusquement, il se sépara comme l'indique la fig. 15 en trois parties composées elles-mêmes de plusieurs individus. Après la séparation de ces derniers, il fut facile de reconnaître leur nature ; c'étaient des *Nuclearia delicatula* qui venaient de reprendre leur individualité après une association de plus ou moins longue durée.

(1) Cienkowski. Beitrage zur kenntniss der monaden (Archiv. für mikr. Anatomie, I, 1865).

(2) Zopf. Die Pilzthiere, *loc. cit.*

(3) Greef. Archiv. f. mikr. Anatomie, Bd. XX.

Je suis loin de prétendre que le *Pelomyxa palustris*, d'après cela, soit une simple réunion de *Nuclearia delicatula :* mais on entrevoit la possibilité de former avec ces dernières, leurs aliments et leurs parasites, un être voisin, tout aussi fantastique. Il nous sera bien permis d'ajouter que la description de cet être, donnée dans tous les ouvrages classiques, est un bien mauvais exemple pour l'étude des Rhizopodes : elle ne peut guère que fausser les idées sur le développement réel de ces Protozoaires.

Cienkowski a fait déjà remarquer que dans *Nuclearia delicatula* les petits individus ne possédaient qu'un noyau. Je n'ai trouvé qu'un noyau également dans les kystes ; ce noyau est central ; le protoplasma qui l'entoure, montre de nombreux petits granules ; il n'y a qu'une membrane entourée par une couche mucilagineuse d'épaisseur variable dans laquelle se trouvent les résidus de la digestion (fig. 16) ; cette couche même peut manquer; le petit nombre des kystes qui se sont trouvés dans les cultures, a rendu impossible leur étude histologique ; il y aurait lieu de s'assurer si les kystes sont toujours uninucléés, car plusieurs fois, outre le noyau central, un ou plusieurs globules réfringents se sont montrés sous la membrane, masqués en grande partie par les granulations du protoplasma.

Platoum (Clamydophrys) stercoreum Cienk.

(Pl. XVIII, fig. 17-27)

Cette espèce a été l'objet d'une bonne description de la part de Cienkowski (1) ; la forme que j'ai étudiée et qui ravageait les cultures d'Eugléncs, présente quelques différences très légères. Elle a été étudiée également par Schneider sous le nom de *Diffugia Enchelys* (2).

Si l'on consulte la description du genre même donnée par Butschli (3) on voit que le corps du Rhizopode ne remplit pas

(1) Cienkowski. Ueber einige Rhizopoden und verwandte organismen. (Archiv. f. miker. Anat. XII.)

(2) Schneider. Muller's archiv, 1854.

(3) Butschli. Protozoa, p. 186.

complètement son enveloppe chitineuse. Or, dans tous les individus vivants de notre espèce, le protoplasma du Rhizopode confinait à la membrane (fig. 17-22) ; ce n'est qu'après fixation à l'acide osmique, par exemple, qu'il se produisait un intervalle entre la membrane et le protoplasma (fig. 18-21).

Le protoplasma se compose de deux parties : l'une extérieure, disposée en croissant (fig. 17-22) reste incolore ; elle est dense et homogène, d'aspect gommeux ; l'autre intérieure, est granuleuse, parsemée de vacuoles (fig. 18, *v*) : c'est dans cette dernière que les aliments pénètrent et sont digérés ; vers sa surface, on trouve souvent des sortes de petits corpuscules de couleur sombre, à arêtes vives, de taille différente.

Les pseudopodes ne sortent qu'en un point du corps (fig. 17) ; ils sont souvent très longs, s'anastomosant à leur base en un réseau : ils sont une expansion de la couche extérieure de protoplasma incolore.

Le noyau est visible sans réactif : ses dimensions sont très grandes (fig. 17-23) : il est placé dans la couche externe ou ectosarque. Le nucléole est gros, son protoplasma est dense, homogène et très réfringent ; mais, si le Rhizopode est placé dans de mauvaises conditions, le nucléole se creuse de vacuoles ; entre le nucléole et la membrane du noyau, se trouve un large intervalle rempli de suc nucléaire. Il est à remarquer que ce suc nucléaire qui paraît sur le vivant d'une grande limpidité, se montre, après fixation à l'acide osmique et coloration au picrocarmin, comme un milieu solide, dans lequel j'ai cru remarquer à l'aide d'un bon objectif à immersion d'Hartnach des striations concentriques (fig. 21, *n*).

La préhension des Eugléncs a lieu de la manière suivante : le Rhizopode, arrivant au contact d'une Eugléne au repos, l'entoure complètement au moyen de protoplasma qui sort par la large ouverture de l'enveloppe : ce réseau rentre dans le corps et l'Eugléne est poussée dans la partie interne granuleuse chargée de la digestion (fig. 17-20-22).

Là, sous l'action des sucs digestifs, on voit la couleur verte se

modifier, l'Eugléne se dissoudre peu à peu ; il n'en reste plus à la fin qu'un amas irrégulier rougeâtre qui se trouve porté vers l'ouverture de l'enveloppe, y pénètre et se trouve abandonné au dehors.

Le même Rhizopode peut renfermer jusqu'à trois Eugléncs à la fois, dans sa cavité digestive.

Les espèces de ce genre jouissent comme les *Mikrogromia* et un grand nombre d'autres Rhizopodes de la propriété de pouvoir s'associer en colonies (fig. 22); mais, ici, la présence d'une coque chitineuse, si mince soit-elle, est un obstacle à une fusion complète : cette fusion ne se produit qu'au moyen de la partie antérieure comme l'indique la fig. 21 ; sur cette même figure, un des individus possède deux noyaux, ce qui annonce une prochaine division.

Avant d'étudier le mode d'enkystement, nous allons faire une remarque qui évitera peut-être à d'autres observateurs une erreur où nous avons failli tomber. Il n'était pas rare dans nos cultures de trouver, tout autour de la cavité digestive, une ceinture de corpuscules avec un noyau brillant qui, à n'en pas douter, étaient des zoospores (fig. 19); de là, à supposer qu'elles appartenaient au Rhizopode, il n'y avait qu'un pas (1). J'ai déjà vu tant de faits de ce genre que je restais cependant quelque peu incrédule ; bien m'en a pris, car, il me fut possible de constater que, malgré la présence de zoospores, le noyau n'avait subi aucun changement (fig. 20). Qu'étaient-ce donc que ces zoospores? Je prolongeai mes observations, et je réussis enfin à voir d'où elles venaient. La culture d'Eugléne renfermait le *Polyphagus Euglenæ ;* des centaines de zoospores (fig. 20, *a*) étaient mises en liberté à certains moments et s'amassaient du côté de la lumière ; c'est là que les Rhizopodes en faisaient une râfle générale.

On doit maintenant se demander pourquoi ces zoospores étaient groupées principalement à la périphérie de la cavité digestive ; il

(1) Cienkowski (*loc. cit.*, p. 43) avait bien vu ces noyaux et constaté leur indépendance vis-à-vis du noyau ordinaire. Il se demandait s'il fallait voir là le début d'une formation de zoospores ou celui d'une division.

est bien possible que ce soit à cause de la résistance particulière que ces zoospores doivent opposer à l'action des sucs digestifs; le protoplasma du *Polyphagus* tout comme celui du *Platoum stercoreum* est capable de digérer l'Eugléne ; l'action digestive de ce dernier n'est donc probablement que très peu supérieure à celle du *Polyphagus* lui-même.

Pour l'enkystement, le protoplasma du Rhizopode, qui a déjà rejeté au dehors les plus gros résidus, se contracte, s'épure encore davantage en abandonnant sous la première enveloppe de petites granulations, (fig. 27, *r*) ou même un amas plus gros (fig. 25) et il s'entoure d'une seconde membrane (fig. 26-27). Sous cette membrane, on aperçoit distinctement le gros noyau ; autour de lui, les granules sombres que nous avons vus dans l'amibe se retrouvent disposés en arc (fig. 26-27) ou rejetés sur le côté (fig. 24).

Il y a sur ce point quelques légères différences entre notre description et celle qui a été donnée par Cienkowski : nous pensons quelles tiennent simplement à la vigueur plus ou moins grande des cultures.

Gabriel qui a étudié, sous le nom de *Troglodytes*, une espèce de ce genre (1) a consigné dans son mémoire les résultats auxquels il était arrivé : d'après lui, la masse entière du Rhizopode finit par prendre un aspect chagriné et se trouve ensuite expulsée au dehors : la substance informe ainsi rejetée est une semence aux dépens de laquelle s'organisent de petits corpuscules monadiformes. Ce n'est pas fini : ces corpuscules s'unissent deux à deux et l'on peut voir, sur la planche qui accompagne le travail, une série de figures qui ont la prétention de représenter tous les passages entre ces conjugaisons de monade et l'individu adulte de *Troglodytes* : ce sont là résultats d'une imagination peu au courant de l'étude des Protozoaires.

D'une toute autre nature, sont les études récentes de Pénard sur les Rhizopodes d'eau douce (2) ; elles sont fort intéressantes. Que

(1) Gabriel. Ueber Morphologie, Zeugung u. Entwick der Protozoen. (Morph. Jahrbuch. p. 536-570).

(2) Pénard. Etude sur quelques Héliozoaires d'eau douce. (Archives de Biologie, t. IX, 1889.)

l'auteur veuille bien me permettre cependant quelques observations qui me sont suggérées par ce que *j'ai vu*.

Il paraît d'abord bien persuadé de l'existence de zoospores chez les Rhizopodes proprement dits. Et bien, si le nom de Cienkowski n'était attaché à la découverte de zoospores dans *Clathrulina elegans*, j'inclinerais à croire qu'il n'y a jamais de sporanges chez ces êtres. Sans me prononcer sur le cas du *Clathrulina*, je ne doute pas que l'attribution de zoospores à plusieurs genres soit due à la présence de parasites d'une part (*Sphærita endogena*), de l'autre à l'introduction de zoospores étrangères, comme nous venons de le décrire dans *Platoum stercoreum*.

Pénard pense avoir assisté, dans le genre *Acanthocystis*, à une véritable copulation s'effectuant au moyen de petits flagellés (1) ; ces flagellés ont deux cils : l'un dirigé en avant, l'autre en arrière ; il se précipitent sur l'*Acanthocystis*, sont saisis et entraînés à l'intérieur du corps par le protoplasma ; leur vacuole grandit ; dix minutes après, ils sont expulsés, la vésicule ne bat plus, les flagellums ont disparu. Si l'auteur n'avait attribué deux cils à ces flagellés, je les aurais identifiés aux zoospores du *Polyphagus Euglenæ* que j'ai vues ainsi pénétrer dans les *Acanthocystis* (fig. 2-3): dans l'espace d'un quart d'heure, le Rhizopode, sans doute à jeun, en avait entraîné quatre à son intérieur ; grossissement de la vacuole pendant la pénétration, perte des cils, tout y était ; nous sommes autorisé à croire que la prétendue copulation des *Acanthocystis* est un fait de cet ordre : dans les véritables copulations les noyaux se fusionnent.

En résumé, dans l'étude des Rhizopodes, on doit être en garde contre deux choses : les parasites et les substances étrangères introduites dans le corps comme aliment.

9° Sur **Closterium**

Les *Closterium* donnent asile à l'*Ancylistes Closterii* Pfitzer, au *Rhizidium Schenckii* Dangeard : nous allons examiner quelques

(1) Pénard. *Loc, cit.* p. 449-450.

autres maladies épidémiques qui se sont montrées dans nos cultures de Closteries : la première surtout offre un grand intérêt.

Que les naturalistes qui doutent encore de l'importance du mode de nutrition pour la distinction des animaux et des végétaux veuillent bien accorder quelque attention à l'organisme suivant :

Antlea (1) **Closterii** nov. gen. nov. sp.

(Pl. XIX, fig. 5-7)

Les Closteries ayant été conservées en cellule humide, montrèrent une maladie singulière ; leur contenu se contractait, les chromatophores se plissaient, diminuaient de volume et finalement disparaissaient.

Les individus qui montraient ces symptômes, étaient couverts en certains points par un petit nuage de granulations, couleur terre de Sienne ; sous ce nuage, qui était extérieur à la Closterie, on voyait de petites masses de protoplasma qui, engagées dans la paroi, allaient par une de leur extrémité, se mettre en relation avec les chromatophores (fig. 6).

Il y avait bien là de quoi intriguer ; qu'était-ce que cet organisme, animal, ou plante ? De quelle nature étaient ses fonctions ? Il eùt été bien difficile, je pense, de répondre à ces questions sans accorder au mode de nutrition l'importance que nous ne cessons de réclamer pour lui depuis longtemps.

D'où provenait le nuage de granulations colorées qui recouvrait les petites masses de protoplasma ? Leur couleur terre de Sienne indiquait que c'étaient des résidus de digestion : puisqu'ils étaient extérieurs à la Closterie, ils devaient avoir été rejetés par le parasite ; ils provenaient donc d'une nutrition animale, d'une digestion interne, on avait affaire à un Protozoaire !

Dès lors, guidé par ces déductions, il ne me fut pas difficile de suivre facilement l'ensemble du phénomène.

Le parasite, par son extrémité en contact avec les chromato-

(1) De αντλεω pomper.

phores, pompait le protoplasma de la Closterie ; ces aliments, ainsi introduits dans le corps pour la digestion, communiquaient au parasite une teinte verte, lorsqu'ils étaient accompagnés de chlorophylle ; un examen superficiel aurait tout simplement conduit à faire de ce parasite une petite algue chlorophycée !

En continuant d'observer les aliments ainsi introduits, on les voyait perdre peu à peu leur couleur verte : les résidus se groupaient en petites granulations rougeâtres de grosseur variable qui finalement étaient expulsées au dehors; l'expulsion se produisait à l'extrémité du corps opposée à celle qui est chargée de la préhension des aliments ; ce sont ces résidus qui formaient le nuage de granulations extérieur à la Clostérie.

Ainsi donc, ce parasite agit à la manière d'une pompe d'épuisement ; il aspire le protoplasma des Closteries et il rejette au dehors — après digestion c'est vrai — ce qui reste.

Ne voit-on pas aussi clairement que, malgré ses dimensions minuscules, réduites à quelques millièmes de millimètres (3-5 μ) et sa stucture si simple, cet organisme se comporte absolument au point de vue du mode de nutrition, comme les animaux les plus élevés en organisation, comme l'homme lui-même pourrait-on dire.

Et cependant sa structure n'est pas compliquée : une petite masse de protoplasma sans membrane, susceptible de s'allonger suivant l'axe, pour atteindre le chromatophore, ou de se ramasser en boule ; à l'intérieur, quelques petites granulations, un noyau nucléolé visible seulement lorsque l'animal est à jeun (fig. 6, *n*) ; je n'ai point réussi à voir de vacuoles contractiles bien qu'il en existe très probablement.

Le parasite des Closteries a une phase d'activité : lorsque la nourriture vient à manquer, on voit les individus se dégager de la position qu'ils occupent et se retirer sur la paroi de l'algue (fig. 7) ; leur corps présente des déformations amiboïdes, cela dure un certain temps ; puis, on voit les individus se dégager des résidus, se traîner. A ce moment, se montrent à l'un des points du corps deux flagellums, l'un petit et s'agitant beaucoup,

l'autre plus long, sans grande mobilité (fig. 6, B). Puis, le flagellé, car c'en est un, part droit devant lui, le petit flagellum dirigé en avant, le second flagellum traîné à l'arrière (fig. 6, B). Le mouvement est doux, interrompu par de nombreuses haltes ; à ce stade d'activité, le protoplasma est débarrassé de tout résidu de la digestion ; il est homogène ou très finement granuleux.

Lorsque le flagellé arrive au contact d'une Closterie, il tâte pour ainsi dire le terrain ; s'il se fixe, c'est par sa partie antérieure, celle qui porte les flagellums ; ces derniers disparaissent : la membrane de l'algue se trouve perforée et par l'ouverture, le flagellé, tout en maintenant son extrémité postérieure en relation avec l'extérieur, va se mettre par son extrémité antérieure en relation avec le chromatophore (fig. 5) ; il commence alors à se nourrir de la manière qui a été décrite ; la préhension des aliments se fait donc bien à la partie antérieure de l'animal, celle qui, dans le stade zoospore, porte les flagellums.

La multiplication du flagellé, sous l'influence d'une nutrition active, se fait très rapidement : elle a lieu par division longitudinale ; la partie postérieure du parasite abandonne le contact du chromatophore, s'arrondit : une échancrure médiane s'y produit, s'accentue ; en même temps, on voit une ligne de séparation s'accuser suivant l'axe ; les deux individus sont formés (fig. 5, *a*) ; à la suite de ces divisions, les parasites arrivent à couvrir de larges surfaces (fig. 5, *o*) (fig. 6, *o*, *o*', *o*'', *o*''') et le contenu des Clostéries se trouve vite absorbé. Dans ces colonies, quelques individus peuvent cesser de se diviser : ils se retirent sur la paroi de l'algue, s'arrondissent en boule et se secrétent une petite membrane, après s'être débarrassés des résidus de la digestion ; la surface de ces petites sphérules a un aspect chagriné ; c'est là un stade de repos.

Il nous faut maintenant examiner les affinités de ce parasite et sa place dans la classification : c'est évidemment un Flagellé proprement dit ; sa structure permet de le rapprocher des *Anthophysa* (1) ; comme eux, il possède à l'état d'activité, deux cils,

(1) Consulter : Saville-Kent. Manual of Infusoria, p. 267.

l'un plus petit et l'autre assez long : de nombreux caractères, tels que la disparition des flagellums pendant la nutrition, la forme des colonies, etc., justifient la création du genre : la disposition des zoospores pendant la marche rappelle tout à fait celle que l'on observe chez les zoospores de *Bicosœca lacustris*.

Il n'est pas rare de rencontrer les *Closterium* complètement remplies par un parasite qui, comme je vais le montrer, n'est autre chose que

Nuclearia simplex Cienk.

(Pl. XIX, fig. 8)

Les amibes de cette espèces perforent la paroi de l'algue, pénètrent à son intérieur, s'incorporent le contenu de la cellule ; on les voit bourrées de nourriture (fig. 8, *a*), à côté des résidus de la digestion dont elles se débarrassent de temps à autre (fig. 8, *r*) ; elles se multiplient rapidement par division, à tel point qu'elles sont souvent pressées les unes contre les autres.

On conçoit que, dans de telles conditions, les Closteries sont bientôt vides de leur contenu cellulaire ; les parasites se débarrassent des résidus de la digestion, épurent leur protoplasma ; on aperçoit alors distinctement le noyau nucléolé et une ou deux vacuoles (fig. 8, *o*), qui paraissent et disparaissent lentement ; des pseudopodes se montrent (fig. 8, *i*), et l'amibe sort à l'extérieur en traversant la paroi. Quelquefois, le parasite forme son kyste à l'intérieur de l'algue : il ressemble exactement, sauf sa taille plus petite (fig 8, *e*), à celui de *Nuclearia delicatula*.

Il faut éviter d'attribuer à cette espèce les kystes à double enveloppe figurés par Butschli. (Protozoa, t. XIV, fig. 2 a.6-2.)

Il était utile de fixer les caractères de ce parasite des Closteries, qni change quelque peu d'aspect suivant les milieux où il se nourrit ; il faut bien d'ailleurs se garder de le confondre avec des amibes voisines d'*Amœba princeps* qui, à l'occasion, ne se font pas faute de pénétrer à l'intérieur des Closteries (fig. 12).

La maladie qui me reste à signaler sur les espèces du genre

Closterium, a une nature différente des précédentes : si je ne me trompe, il s'agit d'une Bactériacée, que nous désignerons sous le nom de

Bacillus Closterii, sp. nov.

(Pl. XIX, fig. 9-11)

Voici ce que nous avons pu observer : dans quelques Closteries, le chromatophore prend une couleur plus foncée que la teinte normale et il commence en même temps à se fripper : c'est le début de la maladie.

On voit qu'elle est causée par des filaments excessivement fins, réfringents qui s'entortillent les uns dans les autres (fig. 9,*s*).

Ces filaments ne laissent voir ni membrane ni contenu cellulaire : ce sont des fils réfringents qui ne peuvent guère être attribués qu'à une Bactériacée : ce qui appuie cette idée, c'est qu'ils ont manifestement une tendance à s'enrouler, à former des spires comme les espèces appartenant aux genres *Spirillum* et *Spirochaete* (fig. 9-10) ; cependant je n'ai point réussi à observer leurs mouvements : enfin, ce qui me confirme encore dans cette idée, c'est que j'ai observé le développement d'une zooglée (fig. 11, *c*) qui m'a paru en étroite relation avec les filaments contournés en spirale : ces relations sont indiquées dans la fig. 11.

Quoiqu'il en soit, l'action du parasite se manifeste avec évidence, les chromotaphores se frippent de plus en plus : les deux vacuoles terminales se trouvent atrophiées : le protoplasma de la cellule est désagrégé et la Closterie se trouve détruite : avec ce parasite, la couleur verte des chromatophores persiste et même devient plus foncée.

Dans la zooglée, les éléments sont très nombreux, et se présentent sous la forme de granules brillants, parfois un peu allongés en bâtonnets : ils sont englobés dans une masse glaireuse : la présence de glaire ou matière gélatineuse interstitielle entre les éléments est, pour M. Billet, la condition nécessaire pour qu'il y ait

zooglée (1) et il désigne sous le nom de colonies ou essaims les aggrégats dépourvus de glaire.

N'ayant que peu d'exemplaires à ma disposition, il m'était imsible de distinguer toujours très bien la limite entre l'état enchevètré, c'est-à-dire celui où les filaments étaient étroitement enlacés et serrés les uns contre les autres et l'état zoogléique, c'est-à-dire celui où les filaments étaient dissociés en éléments courts dans une substance gélatineuse.

Il reste nécessairement bien des lacunes dans cette étude du *Bacillus Closterii* : mais, ce qui me semble établi : c'est l'existence chez les *Closterium* d'une maladie causée par une Bactériacée, que l'on ne saurait confondre avec les formes diverses qui pullulent dans les infusions où les cultures. On rencontre bien chez les algues altérées ou déjà mortes des espèces telles que le *Bacillus amylobacter* ou des formes du *Bacterium termo* : cela ne manque pas de se produire chez les *Closterium* : mais le *Bacillus Closterii* attaque les cellules vivantes et il entraîne leur destruction : tel est le fait qui se retrouvera peut-être bientôt chez d'autres algues.

IIIe CHAPITRE

Ce chapitre ne comprend que deux articles : l'un a trait à une maladie de l'anguillule non encore signalée en France ; l'autre a pour but de signaler l'existence d'une Bactériacée parasite de l'*Ophrydium*.

1° Sur **Anguillules**

Les anguillules qui sont la cause de nombreuses maladies chez les plantes, sont à leur tour sujettes à des épidémies nombreuses causées par des parasites tels que *Catenaria anguillulæ*, *Olpidium endogenum*, *Pythium*, etc. ; une de ces

(1) Billet. Contribution à l'étude de la morphologie et du développement des Bacteriacées (Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, t. XXI, 1890).

épidémies n'a pas été rencontrée jusqu'ici en France ; elle est causée par

Harposporium Anguillulæ Lohde

(Pl. XIX, fig. 13-15)

Ce parasite avait été brièvement caractérisé en 1874 par Lohde. Sorokin, plus tard, étudiant le même parasite (1), avait cru avoir affaire à une Chytridiacée qu'il avait désignée du nom de *Polyrhina multiformis*. J'avais observé ce parasite dès 1885 et les dessins que je reproduis (fig. 13-15) sont de cette époque ; mais les observations de Sorokin m'en avaient imposé : il décrivait des sporanges et moi je n'avais rien vu de pareil. J'eus tort de ne pas relever le fait ; heureusement pour l'exactitude scientifique, à laquelle tout doit tendre, Zopf a montré (2) que le parasite n'est pas une Chytridiacée, qu'il a un mycélium cloisonné, possède des conidies et n'a pas de sporanges. Je me contente de renvoyer ici au travail même de Zopf et de signaler seulement l'existence en France de cette maladie des Anguillules.

2° Sur **Ophrydium versatile**

(Pl. XIX, fig. 16-19)

Les *Ophrydium* sur lesquels s'est développé la maladie suivante avaient été conservés dans des soucoupes avec une eau très impure ; j'y observai bientôt le développement d'une Bactériacée.

Les individus malades se faisaient remarquer par la diminution du nombre des Zoochlorelles dans le protoplasma (fig. 16); et le mauvais état de ces dernières : beaucoup étaient jaunâtres, quelques-unes même étaient passées à l'état de résidus. Il était évident que l'*Ophrydium* luttait contre le parasite en attaquant son associée la Zoochorelle et en la digérant. La Bactériacée se

(1) Sorokin. Note sur les végétaux parasites des Anguillules (Ann. d. sc. nat., t. IV).

(2) Zopf. Zur Kenntniss der Infection skrankheiten niederer Thiere u. Pflanzen (Nova Acta L. Carol., vol. LII., Halle, 1888).

montrait sous forme de grosses pelotes renfermant, étroitement serrés les uns contre les autres, de petits bâtonnets courts, réfringents (fig. 16-19); elle était donc à l'état zoogléique ; on peut voir (fig. 16, B) une de ces pelotes placées contre la vacuole contractile *v*; cette dernière n'a pas cessé ses contractions, et l'*Ophrydium* lui-même est encore bien vivant. Lorsque la zooglée a pris un plus grand développement (fig. 18, B), l'animal se contracte en boule et il ne montre plus que des mouvements limités; cet état dure longtemps. A ce stade, l'*Ophrydium* est encore capable de réagir contre l'envahissement de la Bacterie, si on le replace dans des conditions favorables. En effet, ayant renouvelé l'eau dans une des cultures contaminées, j'ai pu voir tous les individus revenir à la santé; mais, si l'eau reste corrompue, la membrane de l'*Ophrydium* se rompt et les zooglées se trouvent mises en liberté dans le liquide même.

J'attribue la grande résistance de l'*Ophrydium* à l'action du parasite, au long noyau en ruban de la cellule, et cette résistance serait encore plus grande sans doute si le développement de la zooglée n'entraînait la rupture de la membrane. D'après ce que j'ai vu dans le courant de mes études sur le noyau, non seulement chez les champignons, mais aussi dans les divers tissus de la tige et de la feuille, il m'a semblé que le rôle du noyau était principalement d'emmagasiner sous un faible volume les substances nutritives et de les abandonner ensuite lentement au protoplasma dans les cas de jeûne prolongé ; ce n'est que lorsque le noyau n'a plus rien à céder que la mort s'ensuit.

Il serait curieux d'entreprendre une étude un peu suivie dans cette voie, de constater les différences que présente le noyau dans les cellules des animaux et des plantes au début d'une période de jeûne et à divers moments de cette période. On arriverait peut-être à expliquer de cette manière la résistance très grande de certains hommes au jeûne, par une disposition toute spéciale des noyaux des tissus à emmagasiner les substances de réserve.

Quoi qu'il en soit de cette digression, chez l'*Ophrydium*, le

noyau conserve sa forme en ruban; mais la chromatine est absente en certains points qui restent incolores sous l'action de l'hématoxyline.

Le fait que le noyau reste distinct des zooglées est intéressant, car, on a bien signalé le développement de Bactéries chez quelques Infusoires Ciliés (1) *Stentor*, *Epistylis*, *Chilodon*, *Pleuronema*, *Prorodon ;* mais c'est dans le macronucleus qu'ils se trouvaient ; on aurait pu croire qu'il en était de même dans l'*Ophrydium ;* leur présence est moins certaine dans le micronucleus.

Si l'on a rencontré parfois des sortes de vibrions dans le protoplasma même des Ciliés (Stein), aucune maladie analogue à celle que nous venons de décrire pour l'*Ophrydium* n'a probablement jamais été caractérisée.

Ici se termine notre travail ; espérons qu'il trouvera auprès des naturalistes bon accueil.

(1) Consulter : Butschli. Protozoa, p. 1828-1832.

EXPLICATION DES PLANCHES

NOTA. — A moins d'indications contraires, toutes les figures ont été dessinées avec l'appareil à dessiner de Abbe, au grossissement 500.

PLANCHE XVI

Ciliophrys marina sp. nov. fig. 1-21

Fig. 1-2. Deux aspects du parasite. Diamètre 6 à 15 μ.
Fig. 3. Un individu avec sa vacuole digestive *e*.
Fig. 4-5. Division à l'aide d'une vacuole *v*.
Fig. 6. Division par simple étirement.
Fig. 7-8. Deux individus sortant d'un sporange.
Fig. 9. Fusion des deux individus à l'extérieur du sporange.
Fig. 10. Union de trois individus.
Fig. 11-14. Passages de la forme rhizopode à la forme flagellé.
Fig. 15. La forme normale du flagellé. Longueur 15 à 20 μ.
Fig. 16. Vacuole digestive *e*.
Fig. 17. Deux flagellés réunis et progressant de concert.
Fig. 18. Un flagellé avec son noyau et son contour lobé.
Fig. 19. Début d'une division.
Fig. 20. Individu au repos.
Fig. 21. Plusieurs individus réunis au stade de repos.

Aphelidium lacerans De Bruyne fig. 22-23

Fig. 22. Cellules de l'*Ulva lactuca* renfermant le parasite à divers états.
Fig. 23. Passage du flagellé d'une cellule dans l'autre.
Fig. 24. Cellules de l'Ulve remplies complètement par un protoplasma parasite très réfringent.

Olpidium aggregatum sp. nov. fig. 25-26

Fig. 25. Sporanges à divers états : l'un d'eux renferme des zoospores prêtes de sortir. Diamètre 25 à 40 μ.
Fig. 26. Chaîne de sporanges dont la plupart sont vides.

Endomonadina concentrica sp. nov. fig. 27-28

Fig. 27. Cellules du *Palmella* attaquées par le parasite.
Fig. 28. Le parasite dans sa cellule : en *a*, sporange avec noyaux, stries extérieures, résidu sur le côté ; en *e*, zoospores formées ; en *i*, la sortie des zoospores. Dessiné à l'aide d'un objectif à immersion.

Minutularia elliptica sp. nov. fig. 29-31

Fig. 29. Deux sporanges *s* dans la cellule ; les résidus de la digestion sont groupés au milieu.

Fig. 30. Trois parasites dans une cellule ; les aliments sont dispersés dans le protoplasma.

Fig. 31. En *s*, sporange vide ayant fourni les nombreuses zoospores *o*.

Chytridium mamillatum Braun, fig. 32

Fig. 32. *Draparnaldia glomerata* dont les rameaux sont couverts par les sporanges du parasite à divers états de développement.

PLANCHE XVII

Chytridium assymetricum sp. nov. fig. 1

Fig. 1. Filaments de Conferves avec les sporanges du parasite ; en *e*, jeunes sporanges ; en *a*, sporange avec ses zoospores ; en *i*, zoospores et sporange vide. Longueur du sporange 16 μ ; Largeur 10 μ.

Chytridium sphærocarpum (*Rhizidium* Zopf)

Fig. 9. Sporanges avec couvercles : à droite, sporange vide et zoospores.

Micromyces Zygogonii Dangeard, fig. 2-8

Fig. 2. Les sporanges au contact de la sphère épineuse : les taches noires indiquent les noyaux en *s* ; en *s'*, sporanges avec zoospores.

Fig. 3. En *s'*, le protoplasma sort de la sphère épineuse ; en *s*, les lignes de granules indiquent la séparation des sporanges ; en *s''*, le protoplasma affecte une forme en boyau.

Fig. 4. Un des aspects du sporange composé et de la sphère épineuse.

Fig. 5. Autre aspect.

Fig. 6-7. Noyau nucléolé dans la sphère épineuse.

Fig. 8. Multiplication des noyaux dans le protoplasma sorti de la sphère — Ces trois dernières figures ont été dessinées à l'aide de l'objectif à immersion.

Gymnophrydium Cienkowskii sp. nov., fig. 10-12

Fig. 10. Une portion du Rhizopode ; *v*, vacuoles ; *n*, noyaux.

Fig. 11-12. Sporanges.

PLANCHE XVIII

Nuclearia minima sp. nov., fig. 1-10

Fig. 1 et 3. Le protoplasma de l'Euglène s'est ramassé en petites sphérules vertes et le parasite *l* est au milieu. Diamètre 6 μ.

Fig. 2 et 4. Les résidus de la digestion ont été rejetés tout autour des *Nuclearia.*
Fig. 5. Pénétration du Rhizopode à l'intérieur de l'Eugléne.
Fig. 6. Quelque temps après la pénétration.
Fig. 7. Individus mis en liberté par rupture de l'Eugléne.
Fig. 8. Id. l'un d'eux est à l'état de repos et montre un noyau nucléolé central.
Fig. 9. Deux parasites dans la même cellule. Diamètre 8-10 μ.
Fig. 10. Aspect amiboïde un peu différent.

Nuclearia delicatula Cienk. fig. 11-16

Fig. 11. La division ; *n*, noyaux nucléolés.
Fig. 12. Un individu sur le point d'éclater : *n*, noyaux ; *v*, vacuoles ; *r*, résidus.
Fig. 13. Un individu renfermant deux Eugléncs.
Fig. 14. Aspect du *Pelomyxa palustris.*
Fig. 15. Séparation brusque des individus composant le plasmode.
Fig. 16. Kystes dont l'un avec un noyau nucléolé central et l'autre avec deux globules (noyaux ?).

Platoum (Chlamydophrys) stercoreum Cienk. fig. 17-27

Fig. 17. Individu tel qu'il se présente à l'état vivant.
Fig. 18. Après fixation ; le protoplasma s'est retiré de la membrane ; *n*, noyau nucléolé ; *o*, couche de protoplasma corticale ou ectoplasme ; *v*, vacuoles dans l'endoplasme.
Fig. 19. Zoospores de *Polyphagus Eglenæ* à l'intérieur d'un individu.
Fig. 20. Id. id. *i*, zoospores ; *e*, deux Eugléncs ingérées ; *o*, ectoplasme ; *n*, noyau.
Fig. 21. Trois individus réunis en colonie ; en *n*, structure du noyau.
Fig. 22. Autre colonie.
Fig. 23-27. Formation de kyste ; *r*, résidu.
La dimension des individus oscille entre 20 et 40 μ.

PLANCHE XIX

Acanthocystis pectinata Pénard, fig. 1-4

Fig. 1. Individu avec ses pseudopodes.
Fig. 2. Introduction des zoospores de *Polyphagus Euglenæ* représentées fig. 3, dans le protoplasma de l'*Acanthocystis.*
Fig. 4. Individu dont le protoplasma est séparé en endoplasme et ectoplasme en *e*, substance ingérée.

Antlea Closterii sp. nov. fig. 5-7

Fig. 5. Jeunes colonies sur un *Closterium; o*, colonie avec les résidus de la digestion ; en *a*, division ; *c*, aliments ingérés.
Fig. 6. *Closterium* avec les divers états du parasite ; en *a*, le flagellé s'est retiré à l'extérieur et s'est arrondi ; en *b*, les zoospores pendant la marche.
Fig. 7. Le parasite après la nutrition se disposant à la phase zoospore.

Nuclearia simplex Cienk. fig. 8

Fig. 8. Cellule d'un *Closterium*, remplie par *Nuclearia simplex* : en *a*, individus avec nombreux aliments chlorophylliens ingérés ; en *r*, résidus ; en *o* et *i*, l'amibe ; en *e*, le kyste.

Bacterium Closterii sp. nov. fig. 9-11

Fig. 9-10. Cellules de *Closterium* attaquées par la Bactérie : *s*, les filaments spiralés de la Bactérie ; *c*, le chromatophore.
Fig. 11. Cellules de *Closterium* attaquées par la Bactérie ; en *a*, zooglée.

Harposporium Anguillulae Lohde, fig. 13-15

Fig. 13-15. Anguillules attaquées par le parasite.

Bacterium sp., fig. 16-20

Fig. 16. *Ophrydium versatile* attaqué : B, le parasite ; *v*, vacuole contractile *o*, Zoochlorelles ; *i*, résidus.
Fig. 17. Etat plus avancé de la maladie.
Fig. 18. Le *Bacterium* forme deux zooglées accolées dont l'une plus petite.
Fig. 19. Quatre zooglées dans le même individu.
Fig. 20. Bâtonnets isolés fortement grossis.
Les zooglées ont un diamètre de 15 à 30 μ.

SUR L'ÉQUIVALENCE DES FAISCEAUX

DANS LES PLANTES VASCULAIRES

(*Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 25 mai 1891*)

Par M. P. A. DANGEARD

En anatomie végétale, l'unité adoptée pour le système vasculaire est le faisceau ; mais on l'interprète de bien des manières différentes.

Ainsi, le faisceau ordinaire des Dicotylédones comprend un faisceau ligneux et un faisceau libérien superposés ; il est dit collatéral par la plupart des auteurs ; pour quelques autres, c'est un faisceau unipolaire. Chez plusieurs monocotylédones, le faisceau est constitué par un îlot libérien entouré par les vaisseaux ligneux ; il est concentrique ; chez la plupart des Cryptogames vasculaires, c'est, au contraire, le bois qui est entouré par le liber dans les cordons libéro-ligneux ; ces cordons libéro-ligneux sont alors considérés comme des faisceaux concentriques, plus rarement comme des faisceaux bipolaires ou leurs combinaisons ou enfin comme des stèles. Le système vasculaire de la racine donne lieu aux mêmes difficultés d'interprétation ; pour plusieurs anatomistes, c'est un faisceau polyarche ; pour d'autres, un faisceau multipolaire ; pour la plupart, ce système est formé par un nombre variable de faisceaux libériens et ligneux alternes.

Je me propose, dans cette note, d'établir l'équivalence des faisceaux dans l'ensemble des plantes vasculaires, en m'appuyant sur les résultats de mes observations en anatomie végétale.

C'est chez les Dicotylédones que les faisceaux ont été le mieux étudiés ; on connaît leur course, leurs relations réciproques, leur

structure, leurs combinaisons diverses dans un grand nombre d'espèces. Il est naturel de leur conserver le nom de faisceaux collatéraux et de les dire fermés ou ouverts selon qu'ils possèdent une zone génératrice ou qu'ils en sont dépourvus.

Chez les Monocotylédones, on trouve les mêmes faisceaux collatéraux ; rien n'empêche d'appeler concentriques les faisceaux dans lesquels le liber est entouré par le bois.

La véritable difficulté ne commence dans l'appréciation du faisceau que chez les Cryptogames vasculaires et dans l'étude de la racine.

Pour trouver l'équivalent du faisceau fermé des Dicotylédones, il faut, chez les Cryptogames vasculaires, s'adresser aux petites feuilles à nervure unique des *Selaginella*, des *Lycopodium*, des *Tmesipteris*, ou bien encore aux dernières ramifications des nervures dans les feuilles plus développées des *Salvinia*, des *Marsilia*, des *Fougères*, etc. : le faisceau y est constitué par quelques trachées et vaisseaux annelés et quelques cellules libériennes, c'est-à-dire par du protoxylème et du protophloème ; il est rarement collatéral. En général, il est concentrique, mais, à l'inverse de ce qui existe chez les Monocotylédones, ici, c'est le liber qui entoure le bois.

Pour trouver l'équivalent du faisceau ouvert des Dicotylédones et des Conifères, il est bon, chez les Cryptogames vasculaires, de s'adresser tout d'abord à la tige de certaines espèces de Sélaginelles (*S. Kraussiana*, *S. Galeottii*, *S. Lyallii*, etc.) ; on le trouvera isolé dans le tissu conjonctif et il sera plus facile ensuite de le reconnaître dans ses combinaisons diverses. Sa forme générale est celle d'un coin dont la pointe est tournée vers l'extérieur : cette pointe est occupée par le protoxylème et le protophloème ; il se produit ultérieurement des vaisseaux scalariformes : c'est le métaxylème qui se différencie de l'extérieur vers le centre de la tige : il est entouré par du métaphloème qui présente le même mode de différenciation. Sans doute, ces derniers éléments ont une origine et une structure différentes de ceux qui constituent le bois et le liber secondaires des Dicotylé-

dones : mais le rôle physiologique et mécanique sont identiques. Nous avons démontré que ces cordons libéro-ligneux, isolés dans le tissu conjonctif des Sélaginelles, représentent bien le faisceau normal, en suivant leur course et en établissant leurs rapports avec les feuilles. Ce faisceau est concentrique ; il ne devient collatéral que dans les combinaisons qu'il forme.

Tout comme chez les Dicotylédones, chaque faisceau se reconnaît à la présence d'un ilot de protoxylème. Existe-il plusieurs de ces ilots, on a affaire à une combinaison de plusieurs faisceaux. Si elle forme un système annulaire à la façon du cylindre central des Dicotylédones, on devra la désigner avec MM. Van Tieghem et Douliot sous le nom de stèle ; s'il y a doute, on pourra la distinguer simplement sous le nom de cordon libero-ligneux.

Le cas où les faisceaux se disposent en un cercle régulier dans la tige est particulièrement instructif *Lycopodium*, *Tmesipteris*, *Selaginella*, *Psilotum*. Ainsi, la stèle a deux ou quatre faisceaux des Sélaginelles rappelle étroitement la structure d'une racine : la seule différence importante à noter, c'est la continuité du liber autour du bois dans la stèle des Sélaginelles ; or cette abondance du liber est due uniquement à la présence des feuilles ; ces dernières viennent-elles à se réduire à l'état d'écailles sans nervures, alors le liber se localise en faisceaux distincts (*Psilotum*) : on a alors pour la tige la structure d'une racine ordinaire.

D'où cette nouvelle conséquence par laquelle nous terminerons : le système vasculaire de la racine n'est ni un faisceau multipolaire ni un faisceau polyarche, c'est un ensemble de faisceaux.

LES

GENRES CHLAMYDOMONAS & CORBIEREA

Par M. P.-A. DANGEARD

La présente Note nous a été inspirée par la lecture d'une Monographie du genre *Chlamydomonas* due au savant professeur de l'Université de Moscou, Goroschankin (1) ; l'auteur a divisé son travail en deux parties : I. *Chlamydomonas Braunii* Goroschankin ; II. *Chlamydomonas Reinhardi* Dangeard.....

Sur de nombreux points, le résultat de nos propres recherches a été confirmé : je n'en veux citer que deux exemples importants. Ainsi, nous avions dit que *Chlamydomonas pulvisculus* de Reinhard et *Chlamydomonas pulvisculus* de Goroschankin étaient deux espèces bien différentes ; en outre, nous signalions, sous le nom de *C. Morieri* une troisième espèce remarquable par le mode de conjugaison des gamètes ; on avait peine jusqu'ici à admettre la distinction spécifique de ces trois formes (2) ; tout récemment, L. Klein, s'appuyant sur sa belle étude des variations morphologiques chez les *Volvox*, pensait que les formes distinguées par nous pourraient bien appartenir à la même espèce (3) : la question est maintenant jugée.

Nous avions signalé la fusion des noyaux, à la suite de la conjugaison des gamètes, en particulier dans le *C. Reinhardi* ; Goros-

(1) Goroschankin. Beitrage zur kenntniss der morphologie und systematik der Chlamydomonaden. Moskau, 1890-1891.

(2) P.-A. Dangeard. Recherches sur les Algues inférieures. Ann. sc. naturelles. Bot., t. VII, 1888, et Mémoire sur les Algues. Le Botaniste, 1re série.

(3) L. Klein. Vergleichende Untersuchungen über morphologie und Biologie der Fortpflazung bei der Gattung Volvox. Freiburg i. B. 1890, p. 81.

chankin démontre que cette fusion a lieu également dans le *C. Braunii*.

Sans plus tarder, j'aborde maintenant la discussion de quelques faits qui me paraissent devoir être interprétés différemment.

On peut remarquer que le professeur Goroschankin impose un nom nouveau à la plupart des espèces; plusieurs étaient mal caractérisées, c'est vrai; mais on me permettra d'ajouter que ce n'est point le cas pour notre *C. Morieri* qui est qualifié du nom de *C. Ehrenbergii* (1). Aucun observateur, en comparant les figures de Goroschankin avec les nôtres et aussi les descriptions, n'aura une minute d'hésitation: elles représentent la même espèce; je dis plus, si nos figures étaient coloriées comme les siennes, il serait impossible de les distinguer les unes des autres.

Cette monographie des *Chlamydomonas* nous fournit encore une occasion impatiemment attendue de nous expliquer à propos du genre *Corbierea* Dangeard.

On sait que les *Chlamydomonas* ont un chromatophore rappelant un peu la forme d'une cloche : le pyrénoïde s'y trouve inclus à la partie postérieure, en général beaucoup plus épaisse en ce point que sur les côtés ; à la partie antérieure du corps, se trouve une cavité claire ou chambre dans laquelle est placé le noyau.

Or, chez une espèce voisine des *Chlamydomonas*, nous avons montré que le noyau se trouvait à la partie postérieure du corps tandis que le pyrénoïde était à l'avant (2) : il en résulte que le chromatophore au lieu d'avoir une forme en cloche était simplement réduit à une plaque annulaire médiane. Je me suis appuyé sur ces différences, selon moi très importantes de la structure interne, pour créer le nouveau genre *Corbierea*. Le professeur de Moscou, rencontrant à son tour une espèce dans laquelle le noyau est postérieur, le noyau antérieur, le chromatophore annulaire, en fait simplement le *Chlamydomonas Kuteinikowi* sp. nov. (3);

(1) Cela est si vrai que le professeur Van Tieghem a choisi cette espèce comme type dans la 2e édition de son Traité de Botanique.

(2) P. A Dangeard. Mémoire sur les algues, *loc. cit.* p. 147-149.

(3) Goroschankin. *Loc. cit.*, II, p. 22-24.

à notre avis, il aurait dû en faire une seconde espèce du genre *Corbierea*.

Pour appuyer cette conclusion, il suffit de nous reporter au travail tout récent de G. Lagerheim (1). Wolle avait décrit une nouvelle espèce de *Dictyosphaerium* sous le nom de *D. Hitchcockii*. Lagerheim, s'appuyant uniquement sur ce fait que le *D. Hitchcockii* à un chromatophore central rayonnant, tandis que les autres *Dictyosphaerium* ont un chromatophore pariétal, crée le nouveau genre *Dictyocystis* ; c'est un cas absolument identique au nôtre ; les mêmes raisons peuvent être invoquées : « Durch die neueren Untersuchungen von Schmitz und anderen ist est klar geworden, dass die form und Lage des Chromatophors bei den Chlorophyceen von grosser systematischen Bedeutung ist, und das man nicht in einer Gattung zwei algen die so verschiedene Chromatophoren haben » (2).

En conséquence, le genre *Corbierea* devra maintenant comprendre deux espèces.

La première est le *Corbierea vulgaris* que nous avons décrite avec détails dans la 1re Série du Botaniste ; la seconde est le *Corbierea Kuteinikowi* qui a été caractérisée par Goroschankin sous le nom de *Chlamydomonas Kuteinikowi* sp. nov. ; les deux espèces sont faciles à distinguer l'une de l'autre, la première possède quatre flagellums, alors que la seconde n'en a que deux.

Cette question de controverse terminée, je suis heureux de constater la valeur de cette monographie des *Chlamydomonas* qui vient d'être publiée par le Dr Goroschankin avec cinq magnifiques planches ; il va être possible maintenant, au moins dans plusieurs cas, de pouvoir distinguer une espèce, sur le vu de la forme végétative.

(1) G. Lagerheim. *Bertholdia* nov. nom. und. *Dictyocystis* nov. gen. (Nuova Notarisia, 26 octobre 1890).

(2) G. Lagerheim. *Loc. cit.* p. 226-227.

A NOS LECTEURS

En terminant cette seconde série, accompagnée de dix-neuf planches, nous éprouvons la satisfaction qui accompagne l'achèvement d'un travail de longue haleine ; à celle-là s'en joint une autre : nous allons pouvoir remercier les lecteurs du *Botaniste* dont beaucoup sont devenus des amis et des correspondants : à leurs encouragements, à leur appui nous devons d'avoir pu mener à bonne fin notre entreprise !

Merci également à tous ceux qui, ayant la direction d'un journal scientifique, ont bien voulu nous considérer comme un confrère et nous accorder l'appui de leur publicité, malgré la nature particulière de notre Recueil !

Maintenant, il va nous falloir songer déjà à la troisième série : les matériaux ne manquent pas ; ils sont là, disséminés dans nos notes journalières ; mais, il faut les grouper, les coordonner, combler les lacunes et c'est là que commence pour nous le véritable travail.

Nous aurions voulu compléter, dans cette seconde série, nos recherches sur le mode d'union de la tige et de la racine ; il nous a été impossible de le faire : les germinations, dans certains genres de Monocotylédones, sont difficiles à obtenir ; nous avons été surpris par les événements ; des préparations se sont trouvées perdues... Enfin, tout est terminé à peu près actuellement et le travail d'ensemble promis ne saurait tarder beaucoup à paraître. Les organismes inférieurs, les algues, les champignons, l'histologie conserveront leur place habituelle ; mais nous avons une inovation à faire qui, nous l'espérons, sera goûtée de nos lecteurs.

Désormais, une *place spéciale* sera réservée, dans le *Botaniste*, à l'étude de la *pathologie végétale*. Les maladies des plantes attirent l'attention des observateurs ; on cherche avec persévérance la cause de ces maladies et le remède à employer ; en Amérique, en Russie, en Allemagne, des « stations », des laboratoires spéciaux, sont consacrés à ces études. La France ne pouvait rester étrangère à ce mouvement ; dès l'année 1888, un laboratoire de phytopathologie a été créé à Paris avec M. Prillieux pour directeur. Dans un milieu plus modeste, avec les ressources restreintes dont nous disposons, nous essaierons néanmoins d'apporter notre pierre à l'édifice commun ; nous avons beaucoup de bonne volonté : elle ne demande qu'à être utilisée.

Il nous reste à adresser une supplique à nos confrères en botanique : qu'ils veuillent bien nous envoyer les travaux qu'ils publient et dont ils peuvent disposer, surtout lorsque ces travaux ont quelque rapport avec nos propres études : ils auront ainsi droit, sur leur demande et à titre de « correspondants » à une importante réduction du prix d'abonnement ; ou ils recevront, s'ils le préfèrent, les préparations, fascicules et mémoires du *Botaniste* qui auraient pour eux un intérêt particulier.

Six préparations de ce fascicule sont disponibles, au prix de 6 fr. Ce sont : 1° *Endomonadina concentrica* nov. gen. nov. sp. ; 2° *Chytridium mamillatum* Braun ; 3° *Micromyces Zygogonii* Dangeard ; 4° *Platoum stercoreum* Cienk. ; 5° *Bacterium* sur *Ophrydium ;* 6° *Euglena viridis* des cultures.

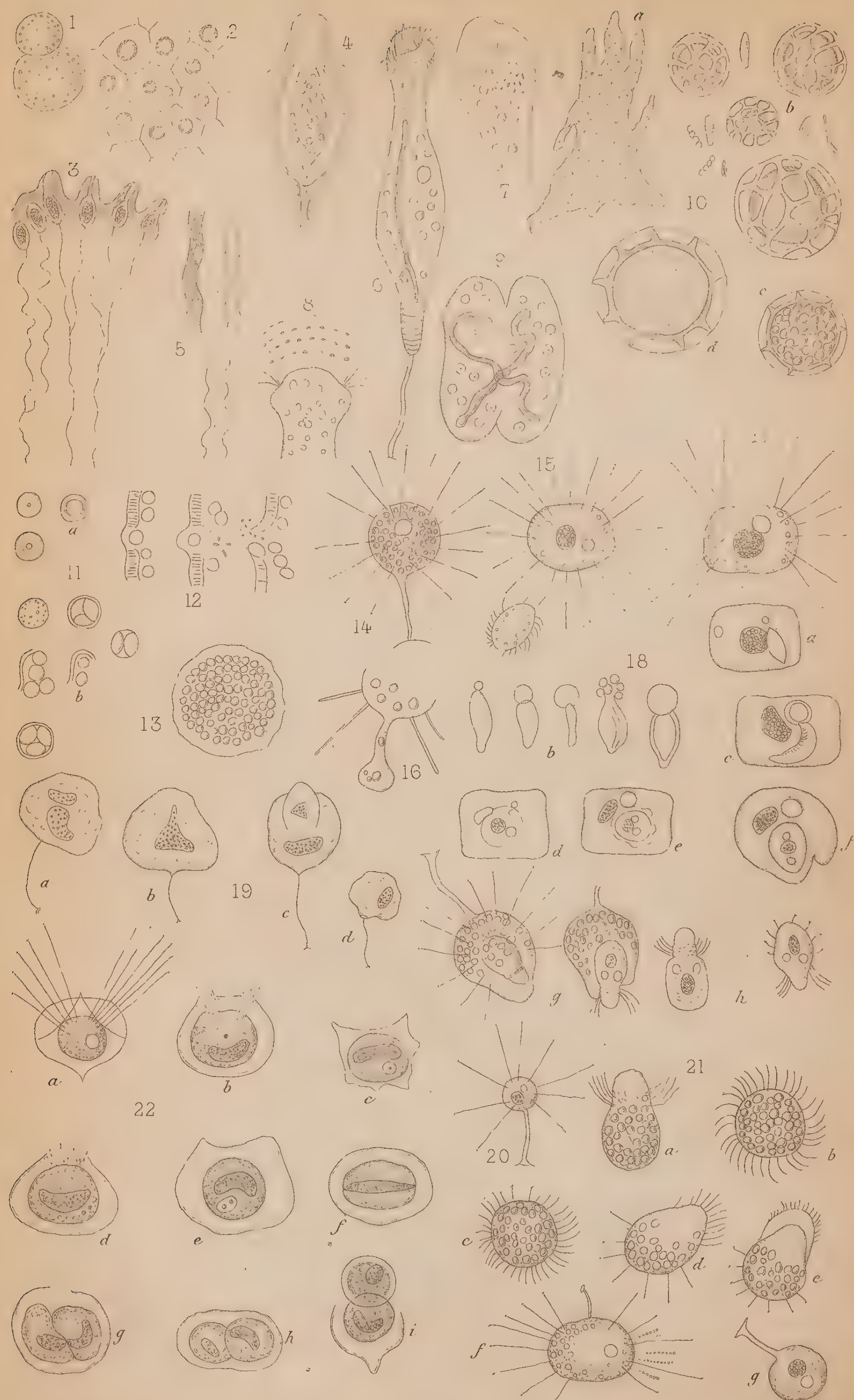
NOUVELLES

Une Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France s'est fondée tout récemment à Nantes : ce résultat est dû à l'initiative de M. Bureau, directeur du Muséum de cette ville ; deux fascicules du *Bulletin* ont déjà paru : une grande importance est accordée à l'analyse des travaux d'histoire naturelle publiés dans cette région.

Le dernier numéro de la *Revue mycologique* du Dr Roumeguère contient un article intéressant de M. de Lagerheim, sur les Urédinées comestibles : le savant professeur de Quito signale à ses confrères européens plusieurs espèces sur lesquelles il y aurait lieu de faire des expériences.

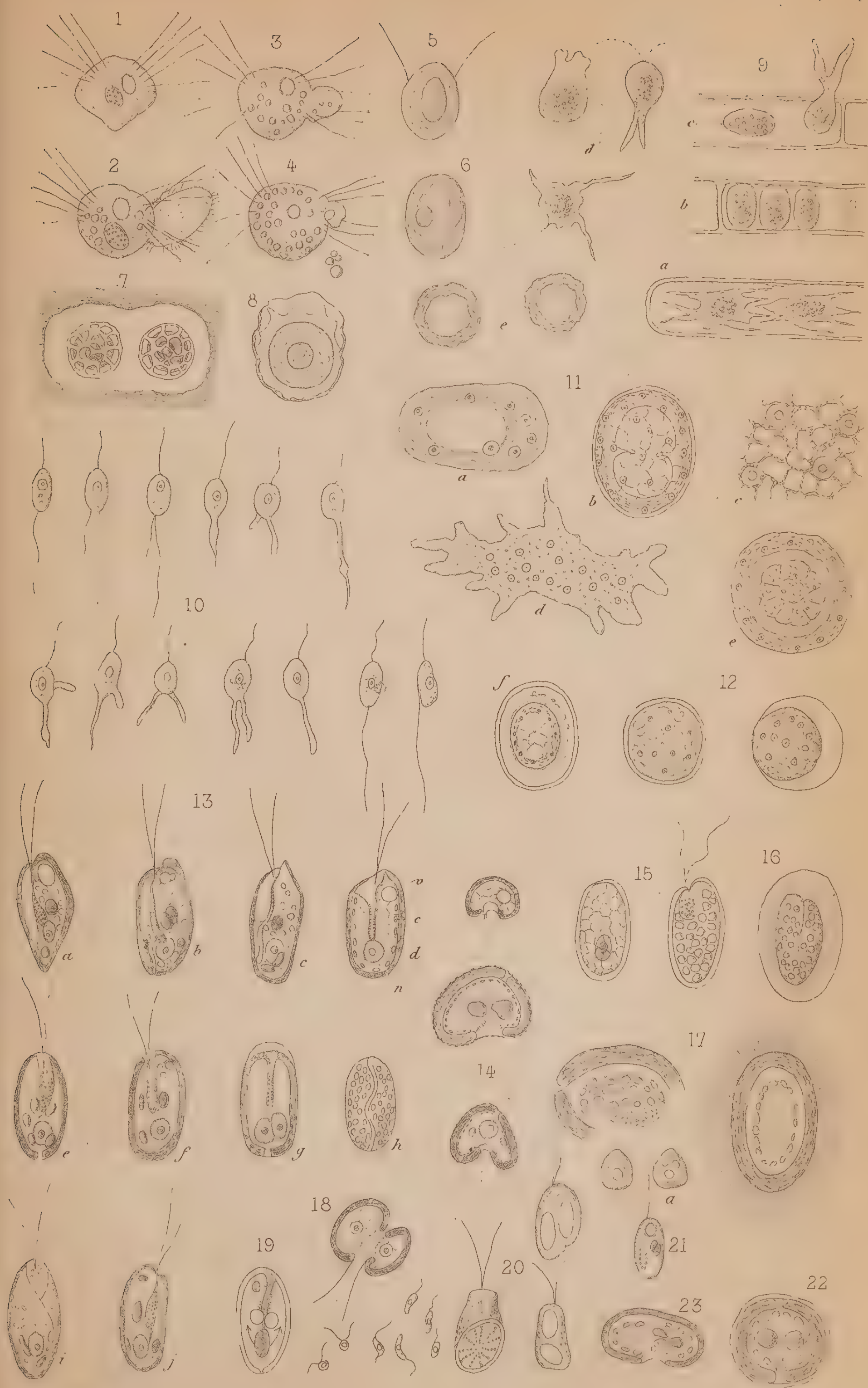
TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS LA SECONDE SÉRIE DU « BOTANISTE »



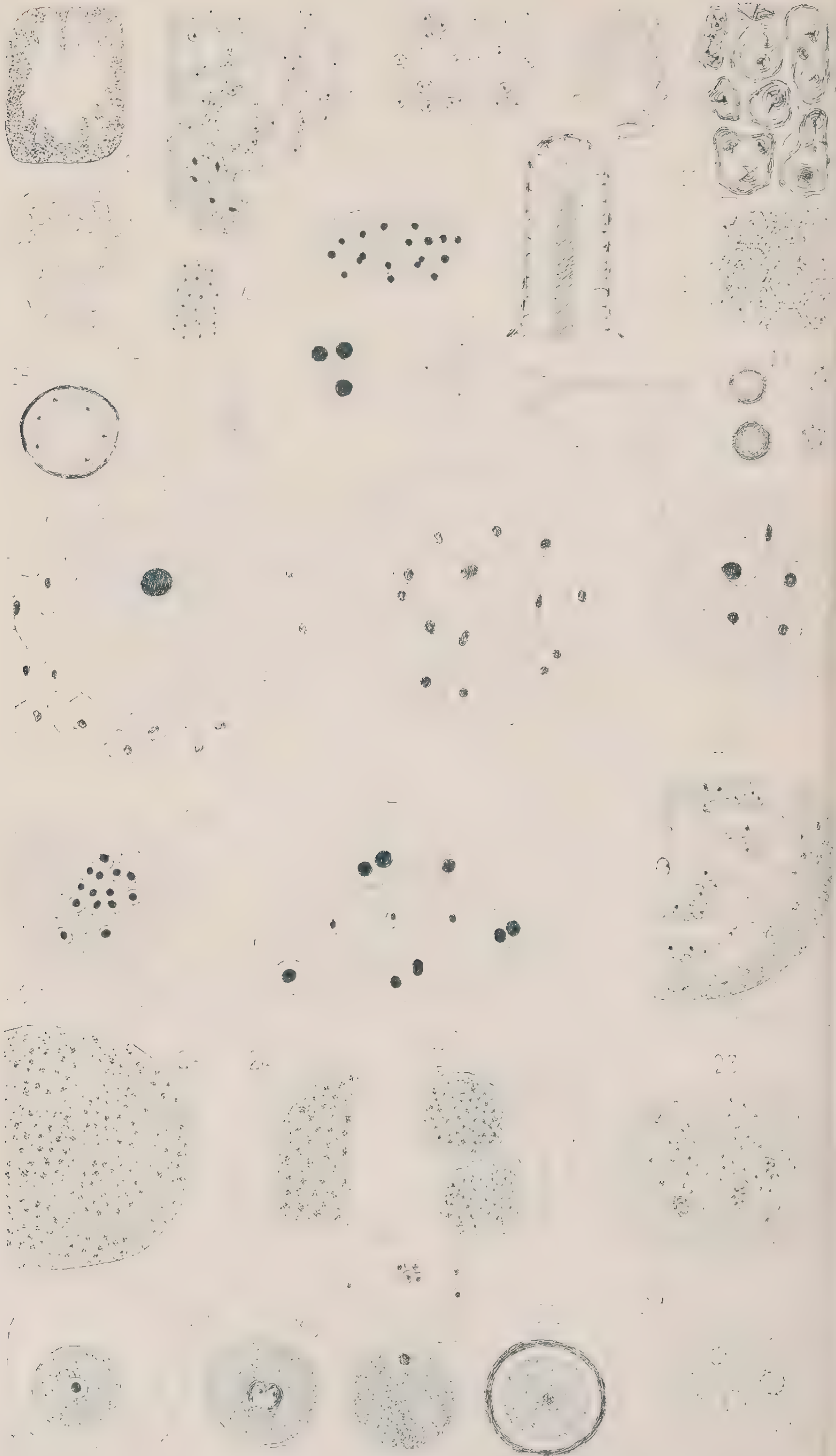
Dangeard del. V. Bonnet sc

Imp. Gény Gros, Paris.

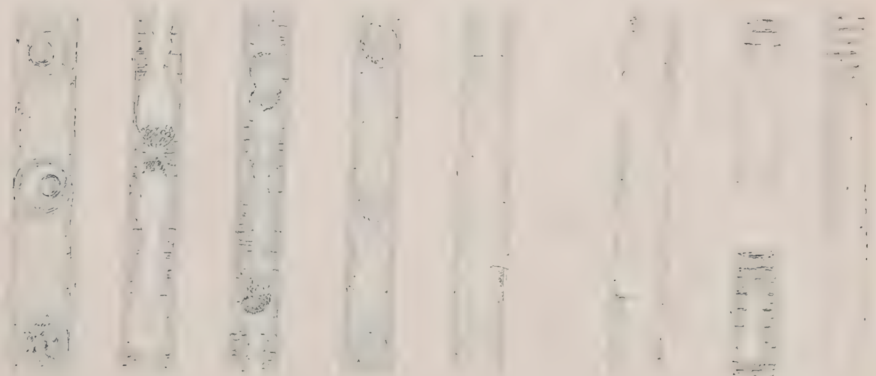


Dangeard del. F. Bonnet sc.

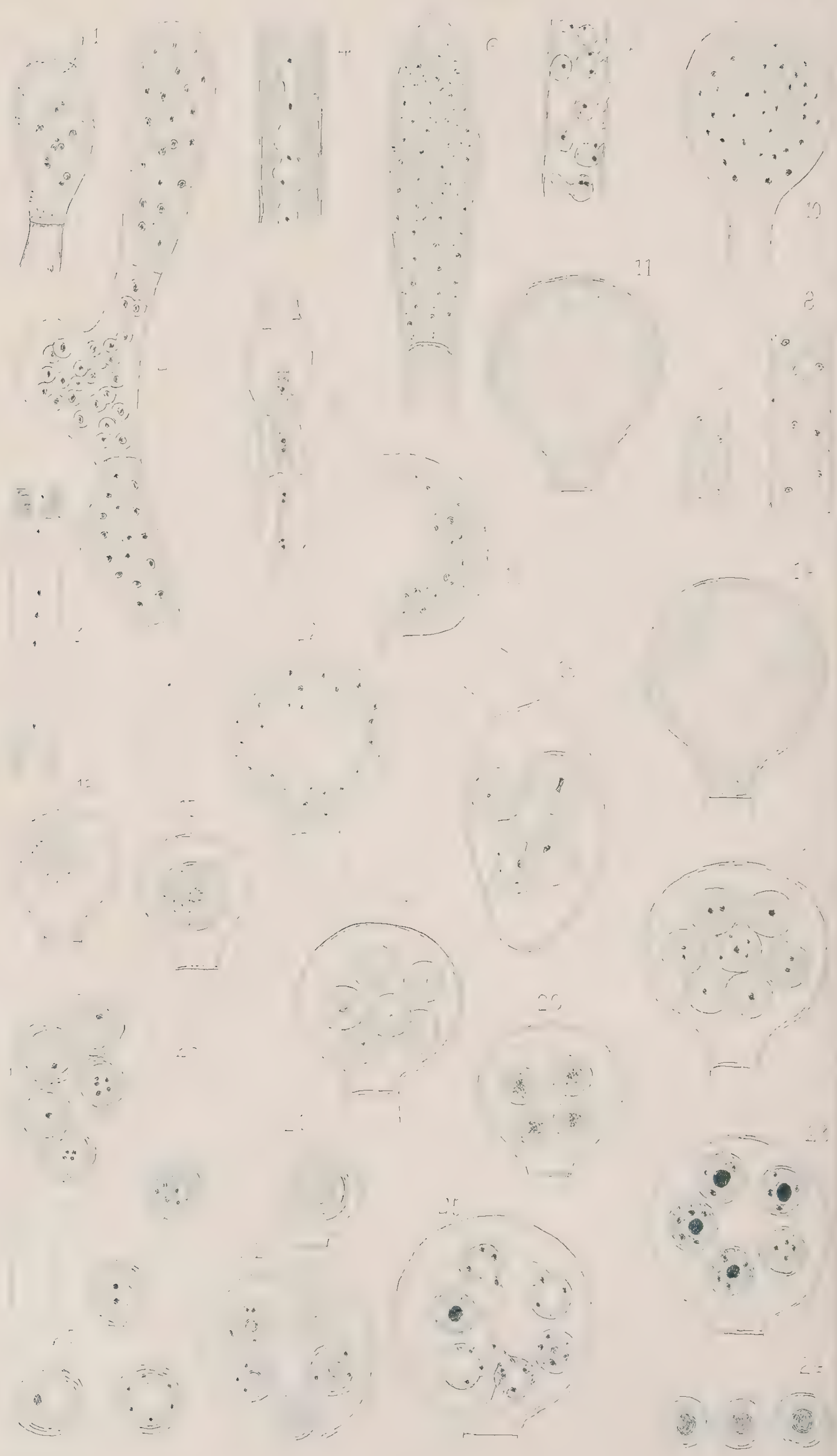
Imp. Gény Gros, Paris

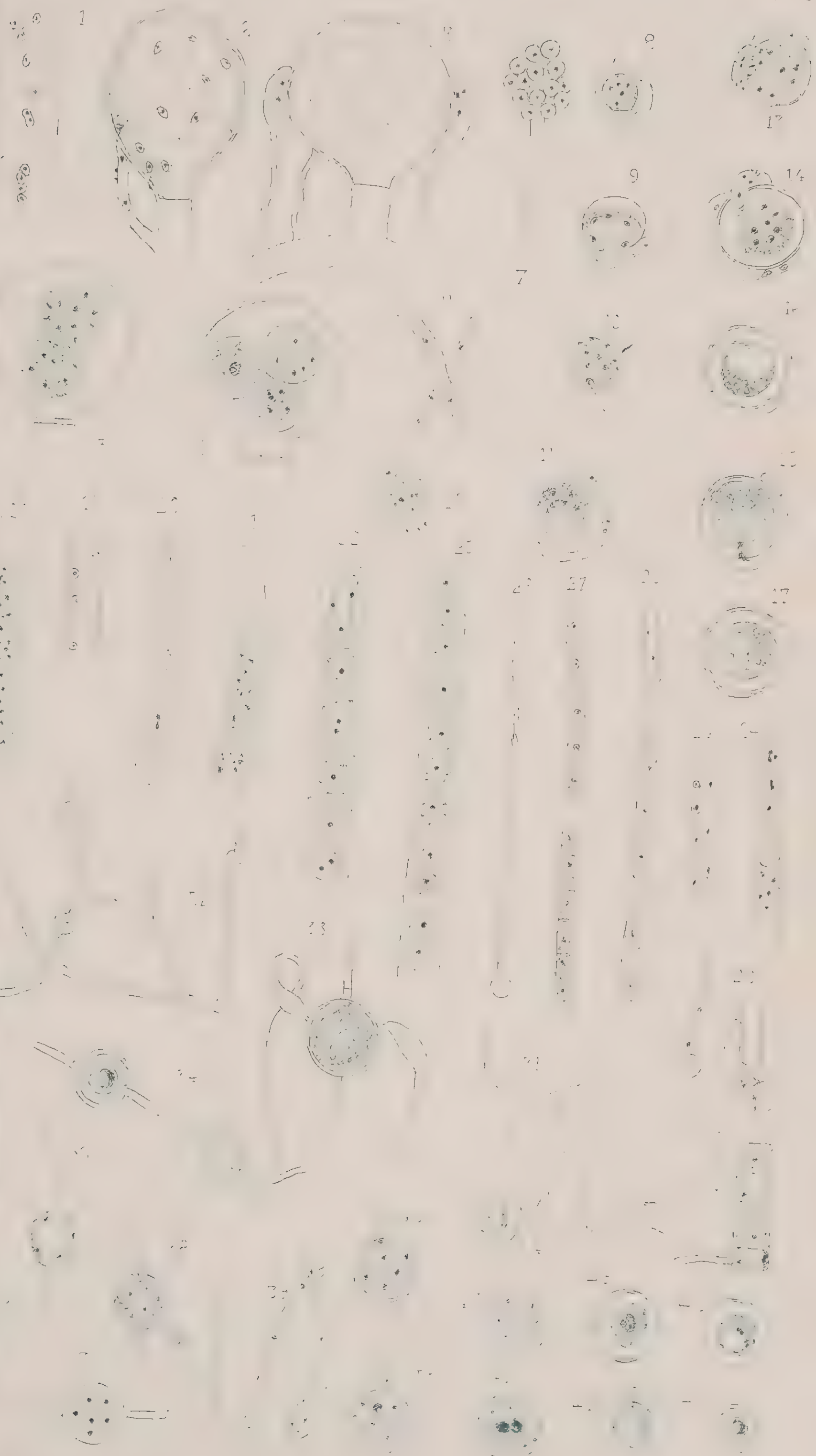


Imp Languehard, Caen.



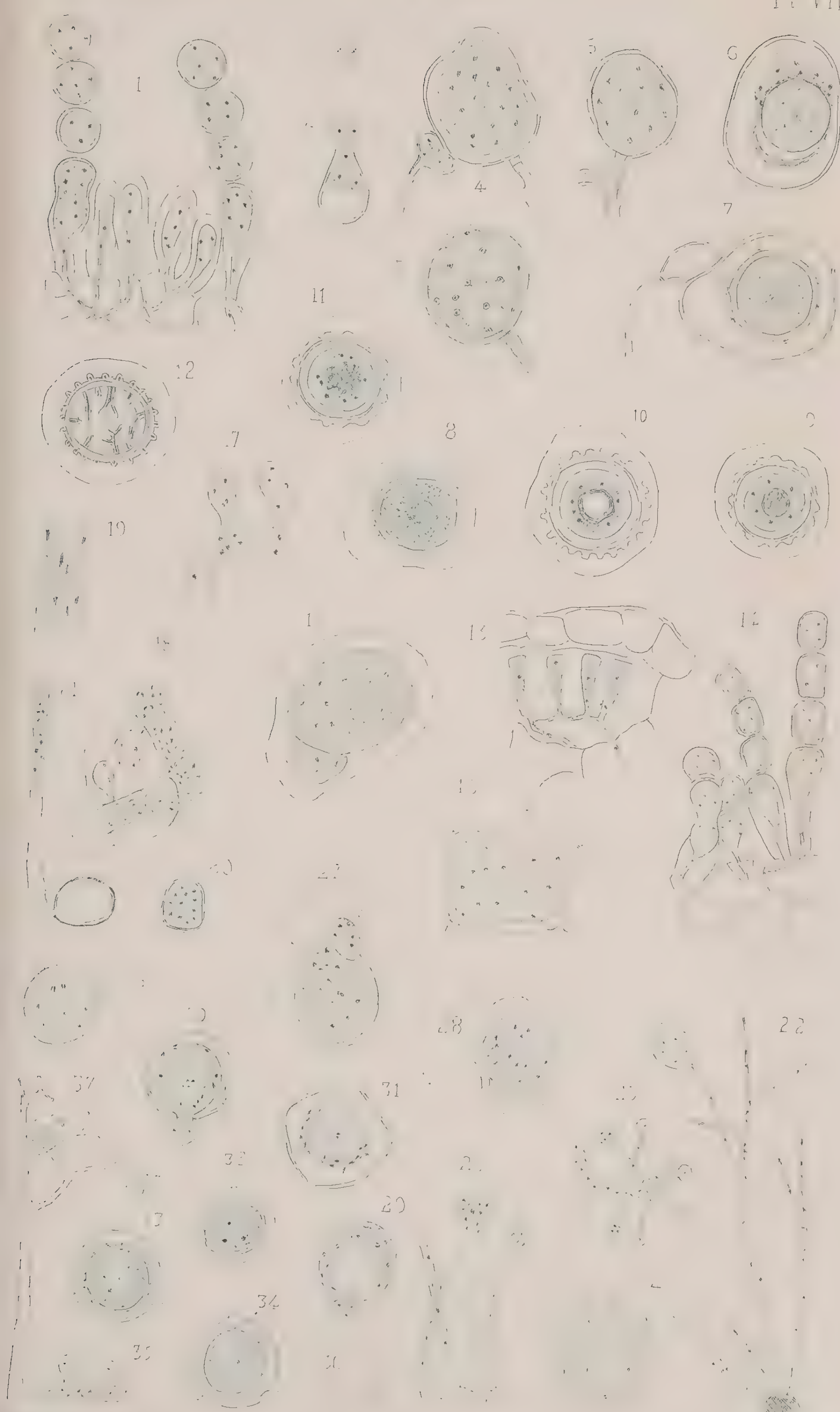
Imp. Languehard, Caen.





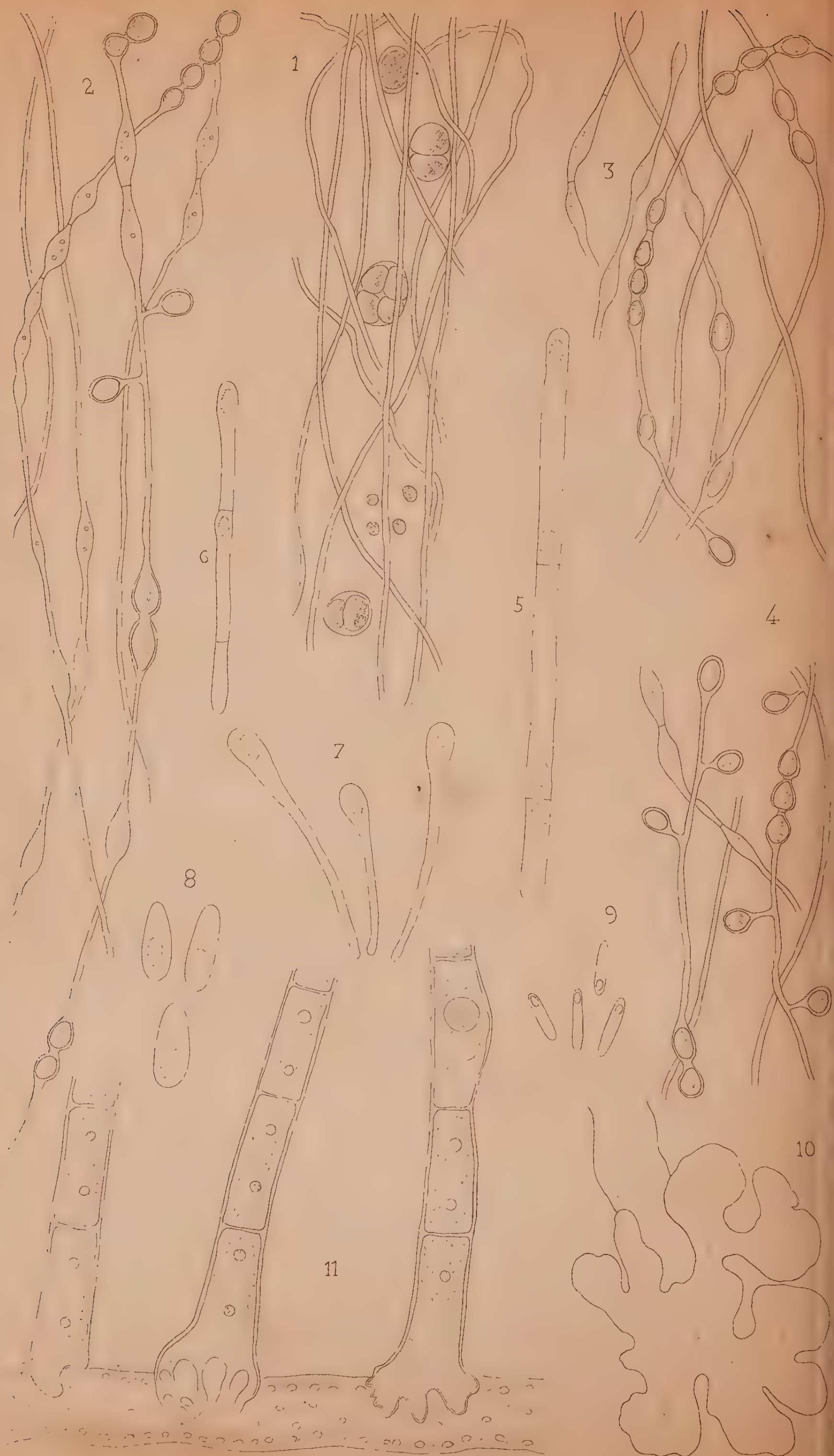
P. A. D. del.

Imp. Languehard, Caen

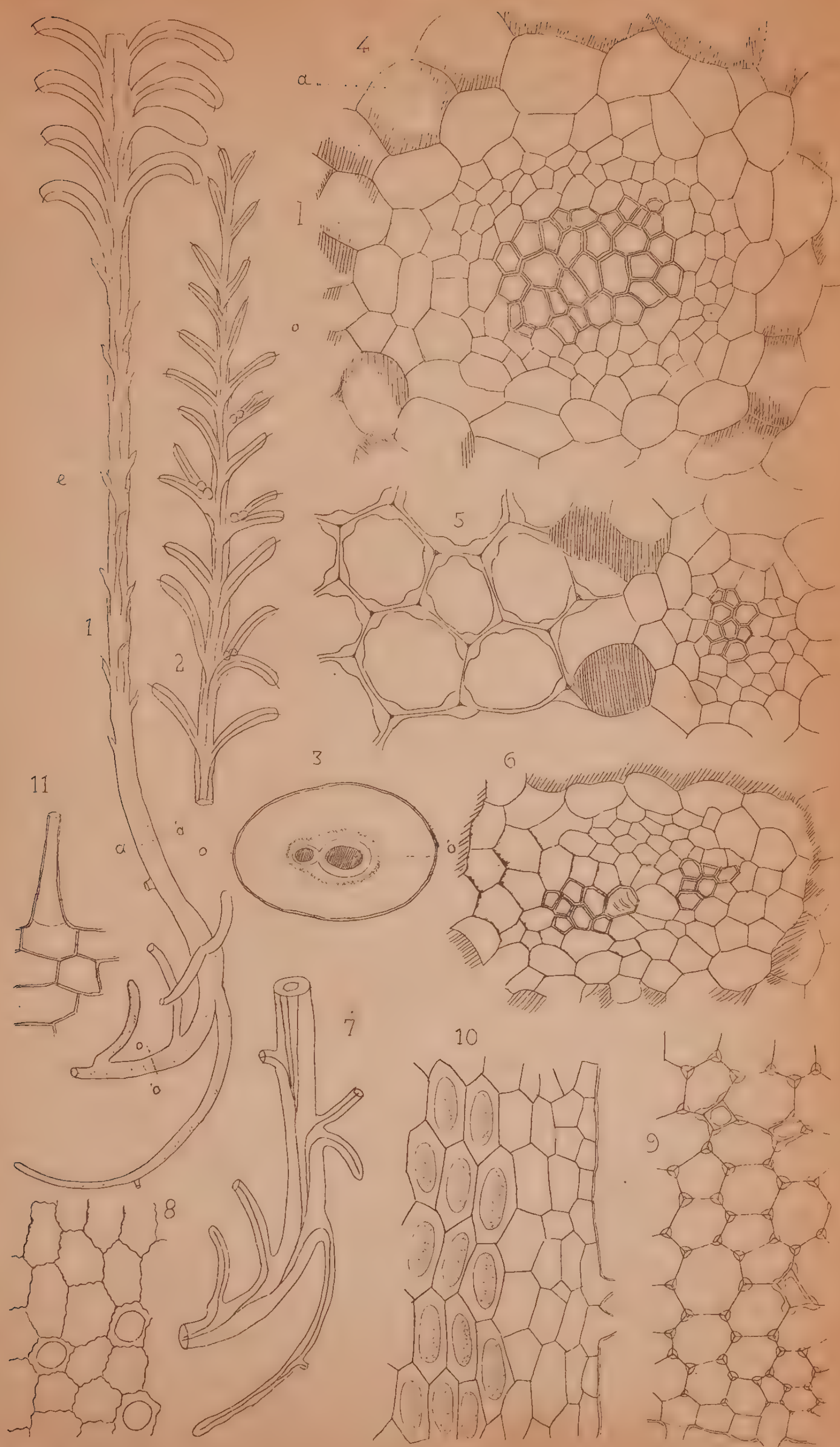


F. A. D.

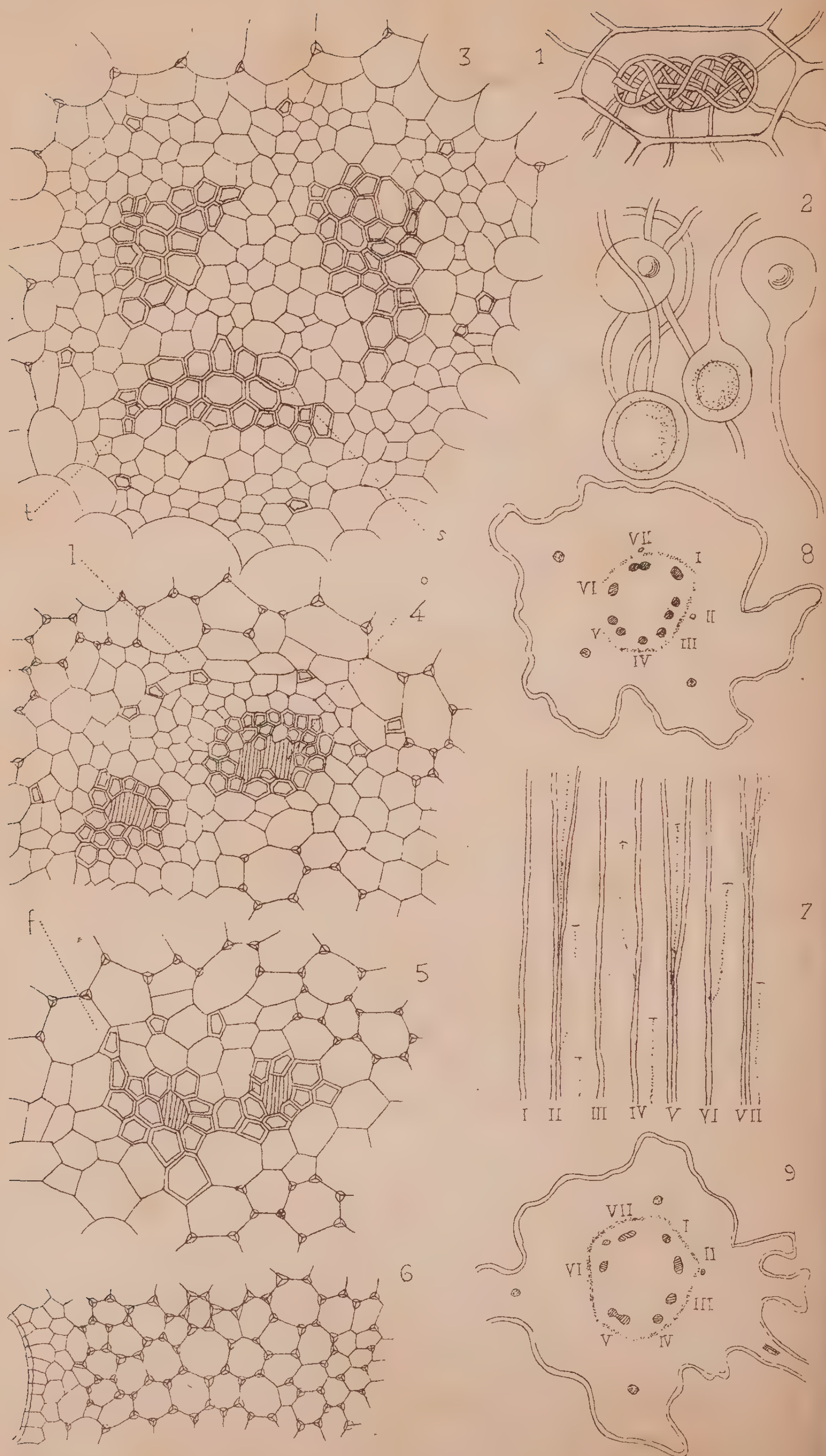
Imp. [illegible] Caen



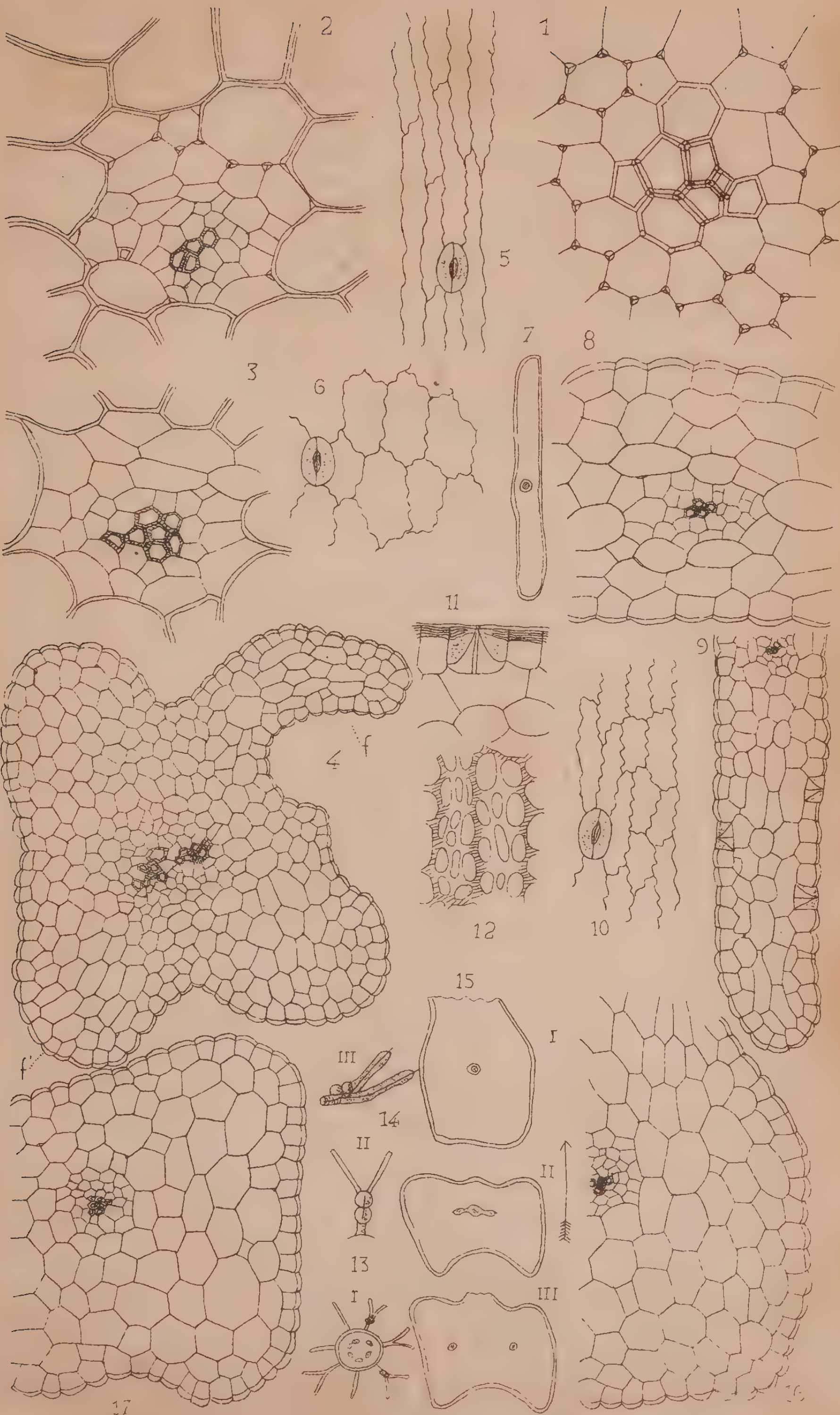
P.A.D. sc



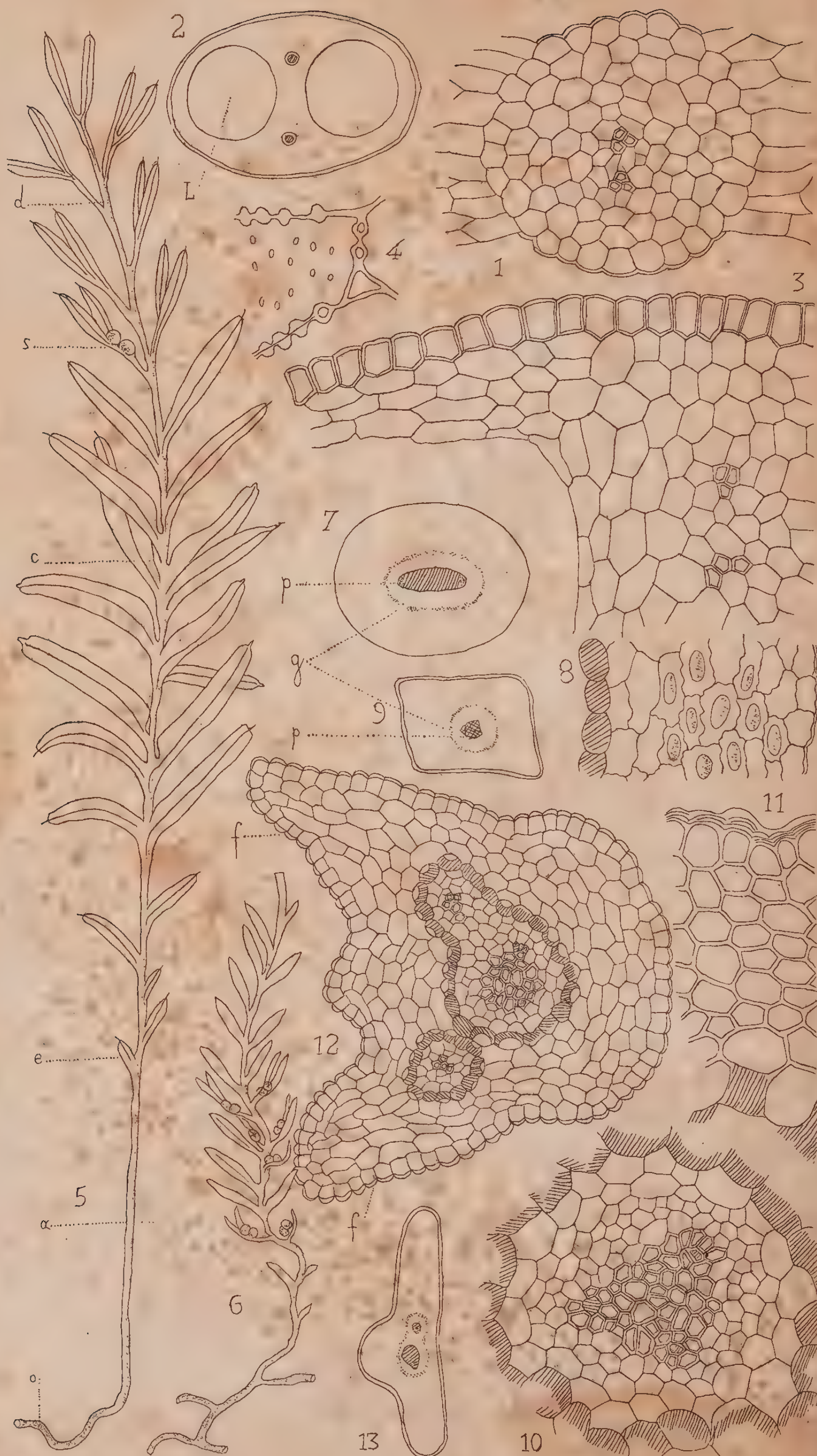
P.A.D. sc


3
1
2
t
s
l
o
4
8
VII
I
VI
II
V
III
IV
f
5
7
I II III IV V VI VII
6
9
VII
I
II
VI
III
V
IV

P.A.D. sc.



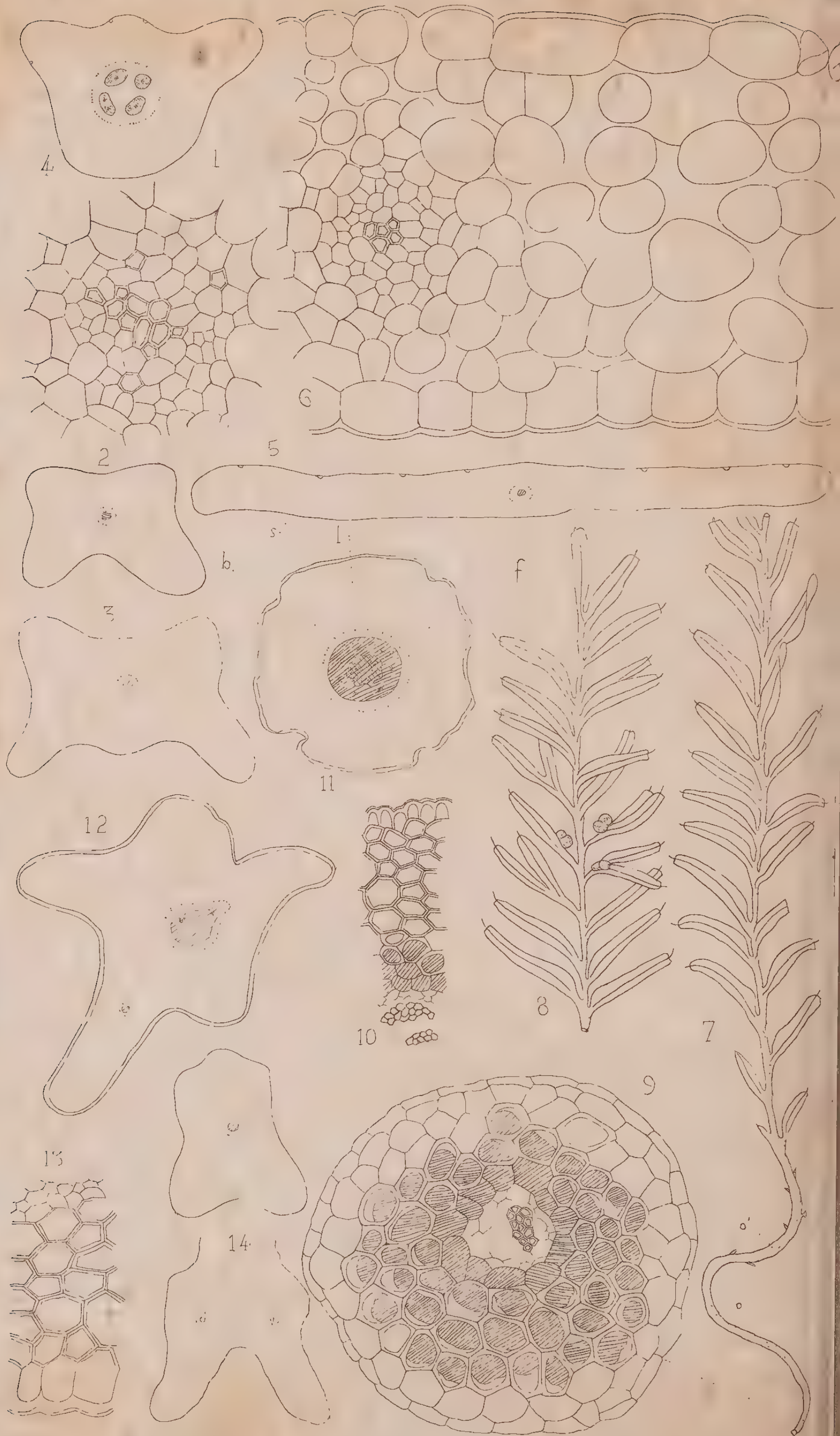
P. A. D. sc



P.A.D. sc



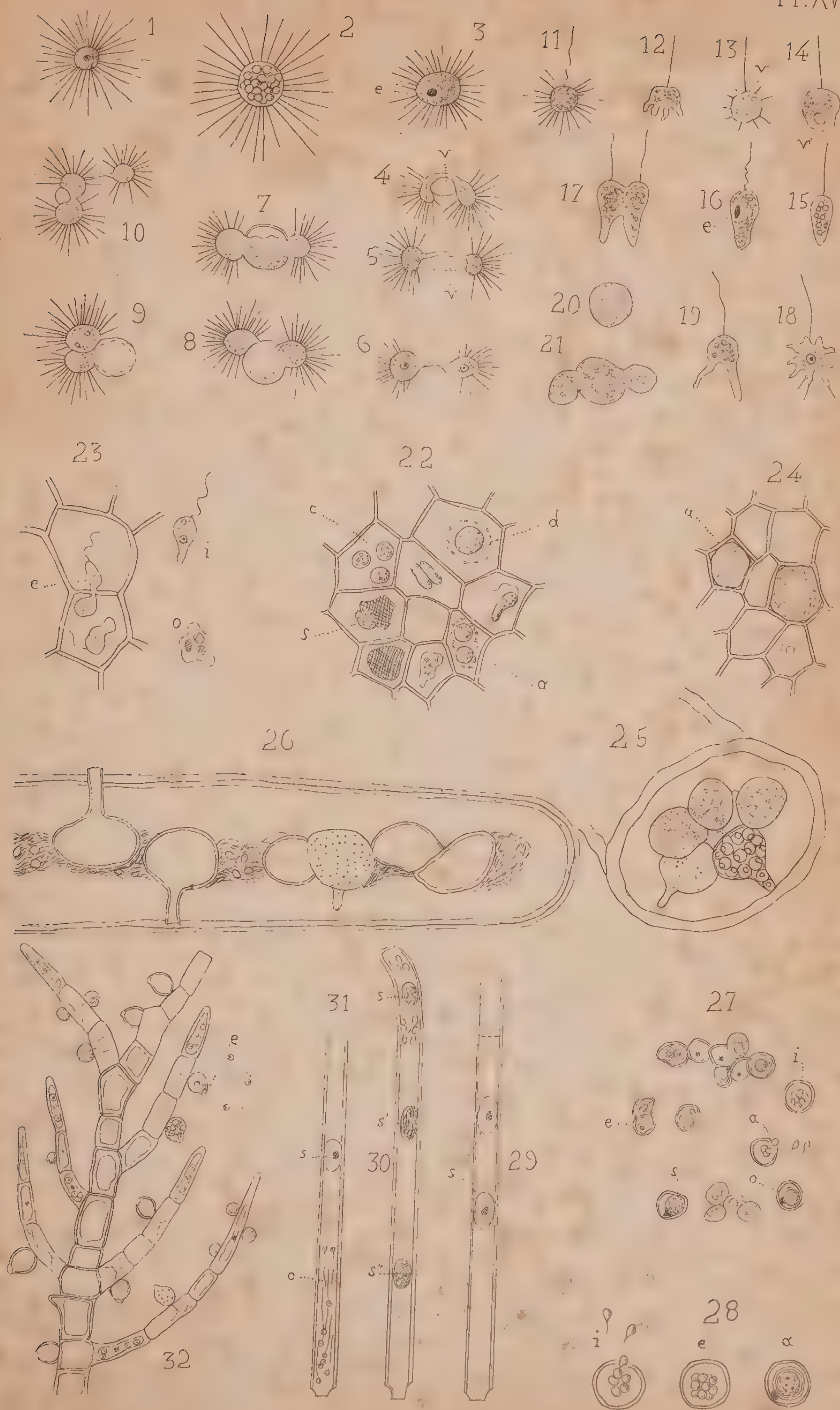
P. A. D. sc



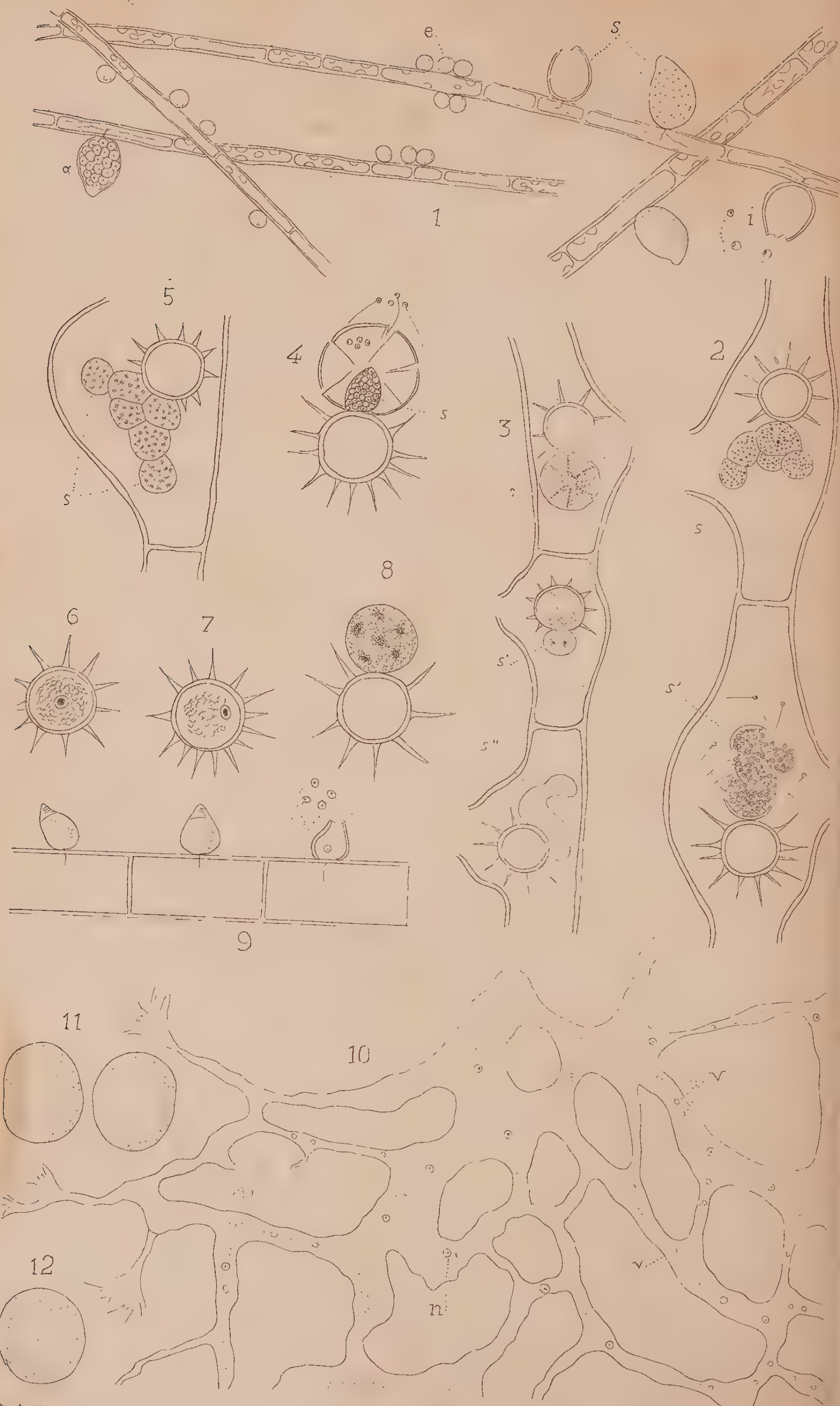
P. A. D. sc.



F.-A. D. sc.


1
2
3
e
11
12
13
v
14
v
4
v
17
16
e
15
10
7
5
v
20
19
18
9
8
6
21
23
22
24
c
d
a
e
i
o
s
a
26
25
31
s
s
30
s'
s
29
s''
o
27
i
e
a
s
o
e
32
28
i
e
a

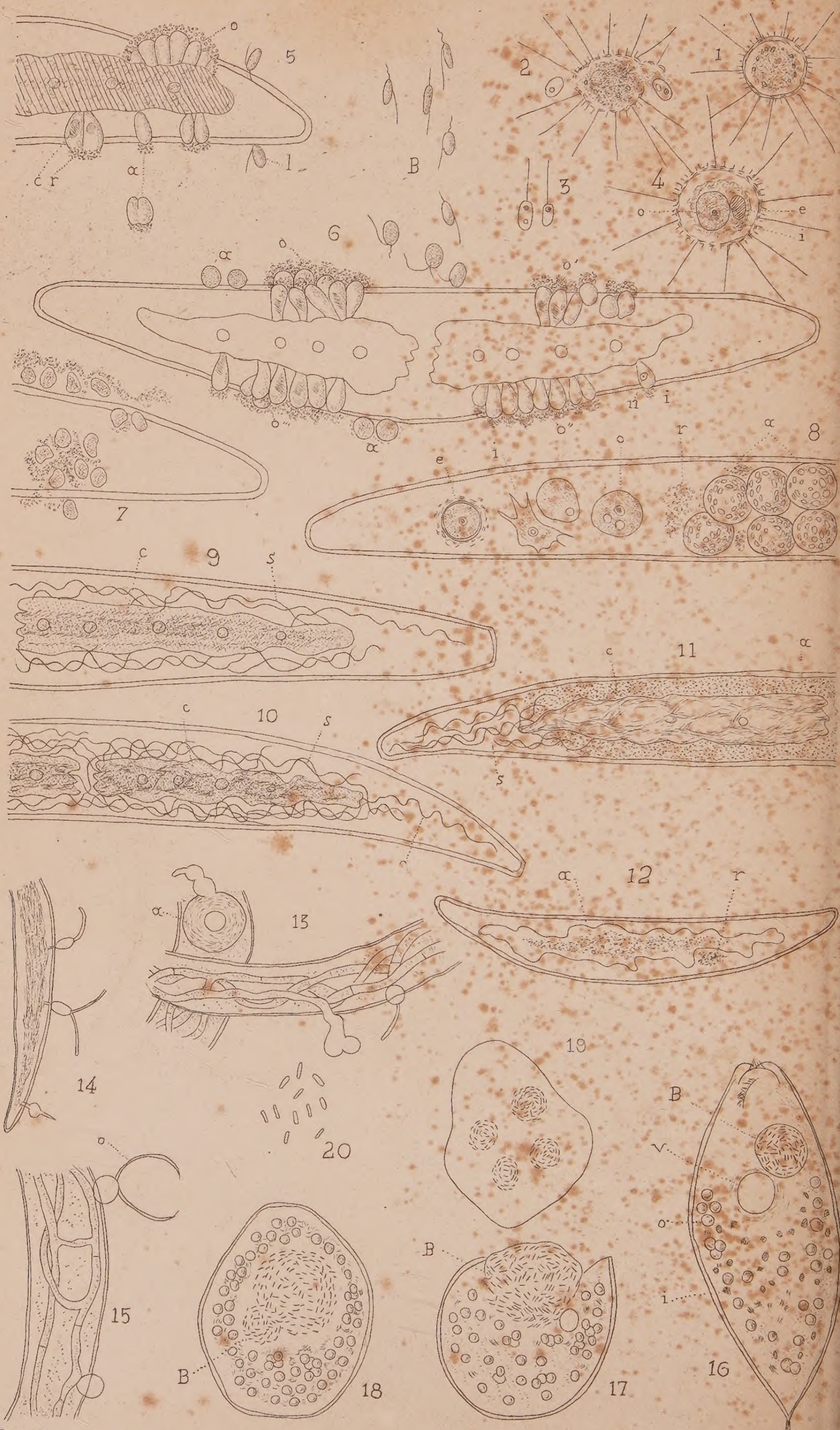
P.A.D. sc.



P.A-D. sc


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
e
n
E
v
r
α
i
o

P.-A. D. sc.



P.-A.D. sc